

海軍技術中將 永村 清監修

船舶

第 17 卷 第 11 號



造船電気熔接・特輯

◇ 目 次 ◇

造船に應用される電弧熔接	永村 清 (730)
熔接設計に必要とする二、三の知識	仲 威 雄 (733)
弾性船臺上に於て熔接建造せる場合の	
船體の歪み及び残留應力の計算法	木 原 博 (740)
▶ 戦時救命設備 (造船時評)	大庭嘉太郎 (745)
造船現場技術者より見た熔接	氏 家 正 三 (746)
高速電弧熔接に就いて	岡 本 昶 (751)
ユニオンメルトに就いて	佐々木新太郎 (753)
強電流による I 型接手熔接	山 内 俊 平 (762)
新しき圓板式電弧熔接法	美馬源次郎 (766)
双極式電弧熔接	大 西 巖 (772)
銲接船と熔接船との比較	永 村 清 (779)
船體ブロック急速建造法に就て	黒 田 寂 隆 (781)
電気熔接に於ける冶金的概念	岡 田 實 (783)
▶ ねじ規格の再檢討 (造船時評)	永 井 博 (788)
▶ 敵國事情	(788)
鋼用電弧熔接棒	關 口 春 次 郎 (790)
軟鋼用熔接棒に就て	橋 本 鐵 郎 (808)
造船用熔接機と製作者の立場	藤 森 和 夫 (813)
◇ 電気熔接應用促進を語る座談會	(817)
榊原鏡止・木原 博・埴田清勝・豊福清民・古武彌輔・吉識雅夫	
特許解説	福 田 進 (826)
▶ 裏表紙・曳船建造の新方式	

天 然 社 發 行

昭和五年十一月二十日 第三種郵便物認可

昭和十九年十一月十二日

印刷 本行

監修 海軍技術中將 永村 清
 ▶編輯顧問◀
 東京帝國大學教授 榊原 鉞 止
 日立造船株式會社 多田 文 秋

戶野鋼所長 永井 博
 設計部部長 村田 義 鑑
 海軍船渠株式會社 參事 山縣 昌 夫
 船舶試驗所長 工學博士 橫山 涉
 日本郵船株式會社 工務部長

▶編輯企畫委員◀
 東京高等船舶學校教授 石田千代治
 運輸通信技師 上野喜一郎
 船舶試驗所技師 菅 四 郎

東京帝國大學助教 木下 昌 雄
 農商技師 高木 淳
 株式會社東京石川島造船所技師 立川 春 重
 東京帝國大學助教 吉 識 雅 夫

造船に應用される電弧熔接

永 村 清

數十年前に電弧熔接の技法が發見されて、これを造船方面に應用することを企てたのは、主としてこれにより工事期間を短縮し、併せて資材を節約することを目的としたのである。この主目的は今日も猶昔日と同様であつて、現在國を擧げての總力戦であり補給戦であるとき、造船工業は一刻も遲延すべきときではない、一艦又一船と熱望要求せらるるとき、造船技法の上に電弧熔接が如何に重大意義を有するかは敢て説明を要しないものである。

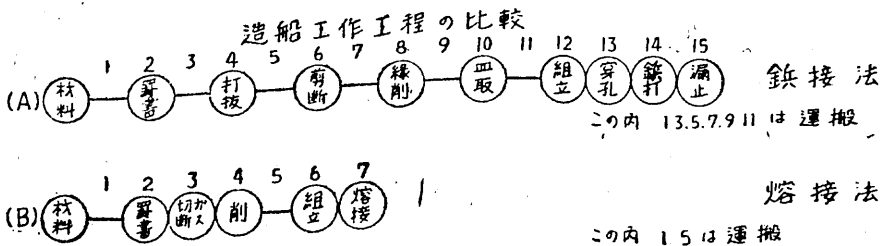
電弧熔接法は一般構造物の工作法として多くの利點を有するが、その主なる項目を記せば、(1) 接合すべき形状の自由自在なること、(2) 接合効率を高めること、(3) 作業能率を増進すること、(4) 材料を節約し得ること、従つて(5) 経費を減少し得ること等である。又近來は耐蝕性高壓容器その他特殊機械器具の製作にも、熔接法の利用が技術上必要となつたやうである。何れにしても上記のやうな利點を生かして如何なる目的に、又如何なる見解をもつて電弧熔接を實施すべきかは自ら明かである。電弧熔接法を造船に應用する場合、主として作業能率を倍加し、材料を極度に節約することが、戦時にありて特に緊要なる事項である。造船に於ける工作工程を見るに電弧熔接法

とガス切斷法とを併用すれば、これまで實施された鉸接法に比べて次の圖の通り工程は著しく簡略される。

圖示によれば電弧熔接法は造船工作工程に於て鉸接法に比して工程を半

數に減すること可能であつて、或ひは第3工程と第4工程の間に時に運搬を要することありとしても、工程は半分に過ぎず、作業能率を増進し、建造期間を著しく短縮し得ることとなる。唯経費の節約は上記の利點のみにて直ちに解決するものではない。尤も経費節約の可能性大なることは、使用材料の節約量を増し、熔接費、ガス切斷費、火造り又は組立作業費等を低下せしむることによつて考へ得られるのである。然しこれには工場設備の關係等を充分調査考慮した上で決定すべきものである。言ひ換へれば電弧熔接法を最も有效適切にするためには、先づ工場設備を改善する必要がある。戦時に於ける我國の造船界は正にこの方面に伸展しつつあるとのことである。

却説我造船界にても初めてこの電弧熔接法の發表を見たとき、三菱長崎造船所は大正2年に瑞典のシェルベルグ式電弧熔接法の特許權を買ひ、工員を派遣して實習せしめ、その歸朝後は専ら機關部品の修理加工を行はしめ、次いで船體鐵裝品の造修となり、相當の成績を擧ぐるに至つて、大正8年長崎港内巡航の工員送迎船諏訪丸を船體鐵裝品等全部を電弧熔接法により建造した。諏訪丸は長さ110呎、幅32呎、深8呎、總噸數421噸、實馬力169、速力8.2、送迎人員1500名の計畫



(昭和12年熔接協會誌 第7卷第5號 氏家氏論文に據る)

であつた。起工は大正8年9月7日、進水大正9年3月21日、竣工同4月7日、建造期間は丁度7ヶ月であつた。長崎造船所にては最初の試みなりしたため、構造計畫等も在來の銲接法によるものを多少改訂した程度であつて、工作上多大の不便も日々の實地經驗によつて改良し、無事竣工し相當の成績をもつて就役したのである。

三菱長崎造船所にてはこれに引續き大規模の實驗研究を始め、海軍艦政本部と連絡し、莫大の費用を投じ數ヶ月に亘つて實施研究した。その結果は直ちに軍艦全般に應用するまでに満足の成績では無かつたが、商船の方では既にロイド協會の公認もあつた。要するにこの頃の電孤熔接は専ら軟鋼材にのみ限られ、軍艦用の特殊鋼材には猶研究すべき餘地が多かつた。特に電孤熔接によつて生ずる局部的の高熱が熔接される材質に及ぼす影響と、そのために起る變形歪とは、工作上に大なる支障であつた。然かし理論の研究と實施上の經驗とは次第にその應用範圍を廣めて、海軍にても艦種に依つては軟鋼材使用部に相當廣範圍に應用することとなり、大正年代の終から昭和の初にかけては、船體の一部特に上部構造物並びに艤装品の大部を電孤熔接をもつて構成することとなつた。

當時獨逸にては大戦後の復興工事に對し頗る廣範圍に電孤熔接法を使用し、土木工事の如きは殆ど總てこれに據つたのであるが、1920年代の末にその工作物が全壊した悲惨事があつた。そのため獨逸政府は一時電孤熔接法の使用を禁止し、更に研究を重ねることとなり、1932年頃より新規定に基いて實施することを許したといふことである。この獨逸に於ける研究は、熔接構造設計上非常に有益な資料を提供して、電孤熔接法を設計上周到なる注意をもつて利用すれば、不安なしに船體構造にも實施し得る確實な根據を握り得る結果となつたのである。

元來物を構成するに熔接法に依ることは、早くから總ての人が考案工夫したところと信ずる。然し適當なる媒熔劑を見出すに苦心したのと思ふ。殊にこれが鋼材などの金屬性の物質を熔接する場合には、その熔融熱源を得ることが大なる難點であつたのである。それが現在での電孤その他種々の熱源が容易に得らるるに至つて、熔接法は頗る盛になつた。かくて諸種の熔接法は將來益々發達して一般工業界に裨益すること疑を要しな

い。

將來愈々隆盛なるべき電孤熔接に於ても猶研究せらるべき分野があり、また複雑なる因子によつて影響される特性もあるから、これに關する基礎的の學問は勿論、實際施工上にも幾分研究經驗すべきことが多い。岡田博士はその著「熔接工學」に於て熔接工學上考究すべき重要事項として次の3點を擧げてゐる。

- (1) 熔接熱源と高溫度冶金化學反應
- (2) 熔接熱と熱應力、變態應力及び外力の集中
- (3) 熔接熱と金屬材料の變質上の特性

熔接時には割合に狭い範圍に高熱が起り材質の變化を生ずるものであつて、その化學的反應從つて物理學的性質の變化もあるのであるが、その反應は複雑多様であつて、一定の法則にて律することは出来ない。更に熱應力、變態應力等材料の内部に生ずる應力並びに歪等を生ずる外力の集中なども至つて困難な點がある。これ等の難點が熔接される材質に由り一々異なることも研究を困難にする。殊に熔接部の殘存内應力と疲勞の問題は一層解決困難なる點である。然し、わが國の熔接界は鋭意これ等の難點を學理的に研究すると同時に實地工作上にも實驗を進め一步一步躍進した。その結果は艦船建造にも次第に廣く應用さるる現状となつたのである。

今次の歐洲戦争に入つて獨逸が急速に潜水艦を建造するために、船體の殆ど全部を電孤熔接をもつてし、多少性能の一部を犠牲にすることあるも建造能率を高めて、建造期間を短縮し得たことは熔接法の一大特色である。さればわが國にてもこれを廣く造船に應用實施し建造期間の短縮を計り居る現状である。唯電孤熔接法が尙理論上にも實地工作上にも幾多の未解決點があり、殊に施工上にも種々の困難があるから、これを最も安全有效に應用するためには、工場設備をこれに適合するやうに改良し、工作段取をこの設備に適合するやう工事計畫を定めねばならぬ。即ち電孤熔接法を應用して安全なる船體を構成し、建造能率を向上せしむるには、先づ適切なる計畫を爲し、適切なる工場設備と、適切なる段取によつて確實なる仕事を爲し得る準備を要するものである。

電孤熔接法の應用としては所謂「下向き熔接」法が最も確實なる方法であつて、堅向これに次ぎ、上向は最も困難であり、從つて不確實であるから、現在の造船工事の範圍にては、船體各部を成るべ

く下向溶接のみにて仕上ることを企畫し實施されつつある状況である。この方法は船體の構成が在來の通り造船臺上にて、外板一枚づつ、肋骨一本づつ結合する方法であれば、下向溶接法のみにて仕上ることは全く不可能である。それ故企畫考案され實施された方法は、船體を幾つかの部分に造り、これを造船臺上にて一隻の船に総合仕上る方法である。船體を幾つの部分に分つか、各部の大きさ、従つて重量を如何にするかは、その工場の設備に順應せねばならぬ。例へば一部分を溶接法により造るために工場の一部を使用し實施するとする。この場合強度を要する部分には、その構造物を裏返して、表裏両面から溶接するを建前として居る。これには工場内の起重機を使用せねばならぬ。在來の造船所の設備は板は一枚づつ、骨は一本づつ加工し、運搬し、結合する方法であつたから、工場内起重機の力量は 10 噸を超ゆるものは少い。船體を幾つかの部分に分けると、例へば 1 千噸の船を 10 噸の部分に分けたとすれば、その数は 100 個となる。これを適當に結合完成することは、20 噸の起重機により 50 個とした場合、または 40 噸起重機により 25 個の部分を集結する場合と、何れが建造能率を高めるかは自ら明かである。斯くて現在實施されつつある造船施行の方法は先づ

- (1) 起重機の力量を増大するための工場改善
- (2) 許容範囲内の重量に納まる大きさの船體部分の治具用意

であつて、これによつて全部下向溶接にて各部を構成する。次に

- (3) 構成されたる各部を船臺上に集め、互ひに連結する。

また治具によつて船體の一部を構成することは野書の手間を省略し、他の部分との接合部の形状を正確にする許りでなく、多量生産上極めて有利であるので、同一種の船を多數引續き建造する場合には、各造船所とも近來この治具の活用によつて著しく工數節約の實績を擧げてゐる。但し治具によつて造られる各部分ブロック内といへども、電孤溶接である以上は、或る程度の殘存内應力の伏在はある筈であるが、充分なる注意をもつて實施作業するならば、船の種類によつて差支へないものと考へられてゐる。

以上各種の利害を適當に考慮按配することによつて、建造能率を著しく高め、建造期を在來の何

分の一かに短縮し得たことは事實である。

外紙の傳ふるところによれば、米國のカイザー造船所にて建造したるリパチー型船が數隻、何等荒天に遭ひたることもなく、碇泊中突如破壊沈没したのは、超高温のユニオンウエルドを何等考慮することなく隨所に應用したからであらうとのことである。同造船所は特設航空母艦を毎月 6 隻づつ竣工せしむるなどと吹聴し、建造期間短縮のみを目的として造船しつあるから、却つて電孤溶接法のためには不利なる結果を招來したのではないか。

要するに電孤溶接法に就き理論上にも實施上にも、幾多殘されたる難問題に就いては、不斷の研究努力を續け、一日も早くこれを解決し、實施方法を改善し、その主要目的たる建造能率を高めることに努めつつ、わが造船界は官私とも専らこれに精進し、大東亞戰を勝抜くことに専念しつある状況である。

(筆者・海軍技術中將)

★軍用船クキン・メリー號

現大戦中に、80,000 噸のキユナード・ホワイト・スター會社の旅客船クキン・メリー號がなした遂げた業績の一部が明らかになつて來た。1942年中、同船は軍用船として世界到る處の大洋に就航し、エズト襲の最も危念なる際に決定的な役割を果たした。勿論同船は必殺を期して獨逸から狙はれてゐた。Uボートは如何なる犠牲を拂つても同船を撃沈するやうにヒトラーによつて命ぜられ、ルエツツオウ爆撃隊が同船を海底に葬むるため特に大西洋に送られたといふことである。

デイリー・メール紙の海軍通信員の報道によれば同船は屢々危く奇難を免かれたさうである。一度などは同船は 25 隻の Uボートの集團のなかを、魚雷の照準を定める餘裕を與へず、航過した。1942年冬には米國の軍隊を積んで、同船は大西洋で大波に洗はれてその左舷上甲板まで水が上つた。更にニューヨークからの報道によれば、ブラジルのサオ・パウロで獨逸のラジオ發信技手が同船の位置を潜水艦に發信中捕へられた際にも危く沈没を免かれた。また意業職工が同船を損傷しようとしたこともあつた。

同船のすべての豪華な装置は 12,000 乃至 20,000 の軍隊に宿泊と飲食設備をなすため取除かれた。同船はまた伊太利の捕虜を輸送するために用ひられたこともあつた。(Shipping World)

熔接設計に必要とする二、三の知識

仲 威 雄

1. 熔接構造の設計と製作の一體性

一般に構造體の致命部は接手或は接合部にあるから構造設計ではこれ等を出來るだけ少くすることに努力せねばならない、然も熔接構造では本質的に高温の熱を用ひその影響も亦絶対に無視出來ないから、可及的に熔接部を減少し作業時間を短縮することが必要である。これには熔接の全工程をやり易くすることも不可欠のことである。

仕事のやり易さは、工場又は現場の材料、設備、面積、形状、工員、氣候、風土、交通、運輸その他の諸般の事情に關聯するもので、これ等の様子を知悉して始めて効果ある設計も出來るのである。それ故に一工場に對して妥當な設計もそれを他の工場に適切に當嵌るとは限らない。

例へば、熔接機に於ける直流と交流との問題は薄板構造體の製作に根本的な差異を與へるもので、その設計の當初から使用機械の種類を考慮に入れておく必要がある。周知の様子に直流による時は薄塗布棒でも充分安定な熔接が得られるから、現場の豎向、横向、上向等も比較的容易である。これに反し交流では薄塗布棒は全く使用出來ないし厚被覆棒で良好な熔接を得るには主として下向作業に限定される。又直流の開路電壓は 60V 程度であるのに、交流では 150V 以上にも上昇することがあり、濕地、雨期等では電撃の危険も考へておかねばならぬ。従つて直流ならば野天作業が行へる時、交流では上屋内の作業としクレーンやチェーンブロック等の機械的設備も必要となる。これ等のことは設計上特に構造の詳細に直接響くところである。

熔接棒についても同様なことが言へる。熔着金屬の強度、特に大なる延性を要求される構造物には現在餘儀なく相當の厚被覆棒を用ひてゐるが、これ等の棒を使用して充分な効果を期待するためには主として作業を下向に限定されねばならない。そこで回轉式熔接棒とか或は米國の Ransome 製の回轉式熔接治具臺と言つたものが不可欠の道具になる。畢竟するに熔接構造は製作工場に獨立に設計出來るものではなく、兩者は相互に緊密な關係を維持して始めて行へるものである。

2. 継目形式の撰定

最近の熔接構造理論からすれば継目形式は殆ど歴倒的に衝合熔接がよく、隅肉はなるべく避ける事を教へてゐる。しかしこの事は一概に製作工場に迄押付けられるものであつてはならない。例へば舟艇類の熔接の様な薄板構造では板の切斷は或る程度の歪を起し、その部分を一樣に衝合させて熔接することなどは殆ど出來ないところである。

隅肉熔接の疲勞強さの缺點の如きも板が薄くなれば問題視される程ではないと思はれるから比較的困難な衝合熔接は定盤臺上で充分な手當の出來る場合だけ行ひ、その他の部分は重ね熔接を行ふ方が良いのである。

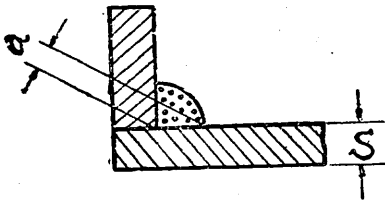
3. 熔 接 速 度

熔着金屬の單位時間に熔着される量を熔着速度とすれば平板に對するビードの正味熔着速度は、當然のこと乍ら、棒徑の大小に應ずるものであるけれども被覆の厚薄には殆ど關係がない様である。又興味のあることは直流棒十の時が殆ど常に著しく熔着量の大となることで電弧の發熱量の差を示すものであらう。熔接姿勢による差異としては薄塗布棒の場合上向速度が 20% 程下向速度より低い；厚被覆棒ではその差が見えない。

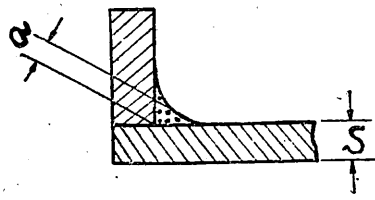
しかし熔着金屬量と熔接棒の熔融量との比である熔着率は被覆の多い程、又上向は下向より小さくなる。第 1~3 表は之等の事實を示す筆者の實測の一部である。従つて同一長さの熔接では、厚被覆棒は棒の取換時間が多くかかり熔接速度が低下する。裸棒、薄被覆棒、厚被覆棒の三つ下向熔接速度を示せば第 4~12 表の如くで速度を上昇するためには被覆の薄い程有利なことが明かである。⁽¹⁾

熔接速度を高めるためには徑の太いものを用ひればよいが、他の手段として強電流を使用し、出來るだけ短時間に熔接を終へることが採用されてゐる。赤崎式、吳船式等の半自動熔接では直徑 Dmm に對し 40~45D Amp を流してをり厚さ 10 mm の鋼板の熔接では普通の手熔接の 3 倍程

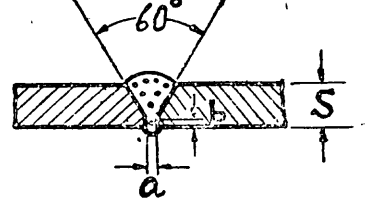
註 (1) Klöppel, Stieler — Schweisstechnik im Stahlbau I. p. 124, 1939.



第 1 圖



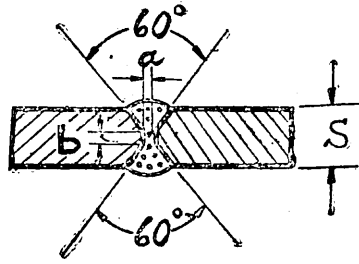
第 2 圖



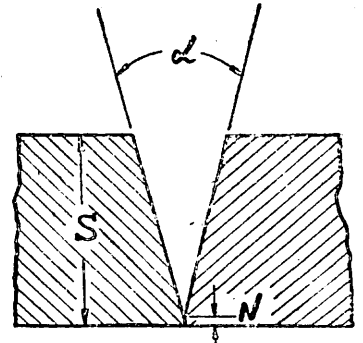
第 3 圖

度に速度を上げることが出来る。更に最近では 9mm 棒に 700 Amp 位を用ひる様になつてゐる。これ等の場合熔接速度が非常に速くなるので全體としての熔接熱量は却つて減少する。

然し乍ら熔接は要するに接合部を形成すればよいのであるから、なるべく少い熔着金屬で、出來得れば被接合材だ



第 4 圖



第 5 圖

第 1 表 裸棒、厚塗布棒及び厚被覆棒による熔着率並に速度

種 類	裸 棒	厚 塗 布 棒			厚 被 覆 棒	
名 稱	リンカンカソードワイヤー	アデレ特青	アデレ特青	アデレ特青	G.E.W. 22	G.E.W. 22
長 × 徑 mm × mm	353.4 × 3.97	399.8 × 4.04	399.8 × 4.04	399.7 × 4.04	356 × 3.93	356 × 3.93
重 量 g	34.21	47.78	48.55	48.22	38.78	38.78
心線重量 g	34.21	40.27	40.27	40.27	33.89	33.89
極 性 (棒)	—	—	+	交 流	—	+
姿 勢	下	下	下	下	下	下
電 流 A	138~160	155~170	140~160	137	76~100	100~160
重 壓 V	6~15	16~24	19~21	19~21	27~33	21~26
熔 着 率 %	82.5	62.7	72.4	67.1	78.8	89.1
熔着速度 g/sec	0.27	0.26	0.24	0.26	0.29	0.35

第 2 表 薄塗布棒による熔着率並に速度 ()

名 稱	G.E.F.	G.E.F.	G.E.F.	G.E.F.	G.E.F.	G.E.F.	G.E.F.
長 × 徑 mm × mm	356.9 × 3.20	356.9 × 3.93	353.7 × 3.93	354.1 × 3.93	354.3 × 3.93	357.5 × 4.74	353.0 × 4.74
重 量 g	22.90	22.91	34.82	34.78	34.54	50.12	50.12
心線重量 g	22.84	22.84	34.37	34.37	34.37	49.88	49.88
極 性 (棒)	—	+	—	+	—	—	+
姿 勢	下	下	下	下	上	下	下
電 流 A	110~115	100~120	110~144	100~160	110~160	140~178	130~160
電 壓 V	11~13	10~18	7~16	15~22	8~20	8~17	14~20
熔 着 率 %	88.1	87.1	84.3	84.7	84.7	80.9	83.8
熔着速度 g/sec	0.24	0.29	0.23	0.39	0.19	0.22	0.47

指定極性 棒 —

第3表 厚被覆棒による熔着率並に速度

名 稱	芝浦E	芝浦E	芝浦E	芝浦E	芝浦E	芝浦E	芝浦E	芝浦E	芝浦E
長 × 徑 mm mm	349.5×3.17	349.5×3.17	350.8×3.95	353.0×3.95	354.2×3.95	349.3×3.95	348.4×3.95	351.0×4.59	351.5×4.59
重 量 g	26.60	27.01	40.84	40.90	41.42	41.13	40.38	57.40	57.54
心線重量 g	21.63	21.63	34.66	34.66	34.66	34.66	34.66	49.26	49.26
極 性 (棒)	—	+	—	—	+	+	交 流	—	+
姿 勢	下	下	下	上	下	下	下	下	下
電 流 A	58~70	80~100	98~120	90~120	110~140	140~162	120	94~120	140~200
電 壓 V	29~36	22~28	28~33	27~33	19~27	20~27	—	28~32	17~28
熔 着 率 %	74.2	84.8	62.3	73.8	87.0	79.4	62.0	77.9	91.4
熔 着 速 度 g/sec	0.16	0.22	0.26	0.28	0.33	0.36	0.27	0.34	0.43

指定極性 棒 +

第4表 裸棒による隅肉熔接(第1圖参照)

板 厚 mm	喉 厚 mm	層 數	電極棒 φ mm	電 流 A	繼目重量 kg/m	繼目 1 m の所要量		
						電極棒本數	電 力 量 kWh	正味熔接時間 Min.
2	1,4	1	2	60	0,019	2		
4	2,8	1	3,25	110	0,078	4	0,40—0,51	4,5—6,4
6	4,2	1	4	160	0,176	5	0,86—1,13	6,2—8,3
8	5,6	1	4	160	0,314	8	1,38—1,81	10,0—13,3
10	7,1	1	4	160	0,504	13	2,25—2,95	16,2—21,6
12	8,5	2	4	160	0,722	18	3,12—4,08	22,5—30,0
16	11,3	3	4	160	1,277	32	5,53—7,25	40,0—53,2
18	12,7	4	4	160	1,613	38	6,60—8,60	47,6—63,1
20	14,1	4	4	160	1,960	49	8,50—11,10	61,1—81,8
25	17,5	4	4	160	3,063	77	13,30—17,40	96,0—128,0
8	5,6	1	5	180	0,314	6	1,80—2,52	11,0—15,5
10	7,1	1	5	180	0,504	9	2,70—3,78	16,5—23,2
12	8,5	1	5	180	0,722	13	3,90—5,49	23,2—33,6
16	11,3	2	5	180	1,277	22	6,60—9,25	40,3—56,8
18	12,7	2	5	180	1,613	28	8,40—11,73	51,2—72,2
20	14,1	3	5	180	1,960	34	10,20—14,30	62,1—87,5
25	17,5	3	5	180	3,063	53	15,80—22,15	97,0—136,2
12	8,5	1	6	210	0,722	9	4,20—5,70	18,8—26,5
16	11,3	1	6	210	1,277	15—17	7,90—9,50	35,4—44,2
18	12,7	1	6	210	1,613	19—21	9,80—12,20	43,7—56,0
20	14,1	2	6	210	1,960	23—25	11,62—14,60	52,0—68,0
25	17,5	3	6	210	3,063	36—40	18,60—22,70	83,2—106,0

第5表 裸棒によるV形衝合熔接(第3圖参照)

板 厚 mm	寸 法		層 數	電極棒 φ mm	電 流 A	繼目重量 kg/m	繼目 1 m の所要量		
	a mm	b mm					電極棒本數	電 力 量 kWh	正味熔接時間 Min.
4	1	0	1	3,25	110	0,113	5	0,50—0,63	5,7—8,0
6	1,5	1	1	3,25	110	0,258	10	1,10—1,26	12,5—16,0

8	1,5	1	2	4	160	0,418	10	1,73—2,26	12,5—16,7
10	2	1	2	4	160	0,671	17	2,95—3,85	21,2—28,4
12	2	1,5	3	4	160	0,920	23	4,00—5,20	28,7—38,2
14	2	2	3	4	160	1,200	30	5,20—6,80	37,5—50,0
16	2	2	4	4	160	1,550	39	6,75—8,85	48,6—65,0
10	2	1	2	5	180	0,671	12	3,60—5,02	22,0—31,0
12	2	1,5	2	5	180	0,920	16	4,80—6,72	29,4—41,5
14	2	2	3	5	180	1,200	21	6,30—8,80	38,5—54,1
16	2	2	3	5	180	1,550	27	8,10—11,35	49,5—70,0

第6表 棒棒による X 形銜合熔接 (第4圖参照)

板厚 mm	寸法		層数	電極棒 φ mm	電流 A	継目重量 kg/m	継目1mの所要量		
	a mm	b mm					電極棒本数	電力量 kWh	正味熔接時間 Min.
12	1,5	1	2	4	160	0,510	13	2,25—2,95	16,2—21,6
14	1,5	1	2	4	160	0,660	17	2,95—3,85	21,3—28,3
16	1,5	1	4	4	160	0,836	21	3,64—4,75	26,1—35,0
18	1,5	1	4	4	160	1,035	26	4,50—5,90	32,5—43,3
14	1,5	1	2	5	180	0,660	11	3,60—4,62	22,0—28,5
16	1,5	1	2	5	180	0,836	14	4,50—5,88	27,5—36,2
18	1,5	1	4	5	180	1,035	18	5,40—7,57	33,0—46,5
20	1,5	1,5	4	5	180	1,245	22	6,60—9,25	40,2—57,0
25	2	1,5	6	5	180	1,960	34	10,2—14,25	62,2—88,0
18	1,5	1,5	4	6	210	1,035	12	6,10—7,60	27,0—35,5
20	1,5	1,5	4	6	210	1,245	15	7,45—9,50	33,3—44,3
25	2	1,5	6	6	210	1,960	23	11,62—14,50	52,0—67,8

第7表 薄被覆棒による隅肉熔接 (第1圖参照)

板厚 mm	喉厚 mm	層数	電極棒 φ mm	電流 A	継目重量 kg/m	継目1mの所要量		
						電極棒本数	電力量 kWh	正味熔接時間 Min.
2	1,4	1	2	50	0,019	2		
4	2,8	1	3,25	110	0,078	3	0,34—0,46	3,4—5,0
6	4,2	1	4	150	0,176	5	0,90—1,16	6,5—8,7
8	5,6	1	4	150	0,314	9	1,62—2,10	11,7—15,7
10	7,1	1	4	150	0,504	14	2,50—3,26	18,2—24,5
12	8,5	2	4	150	0,722	20	3,60—4,65	26,0—35,0
16	11,3	3	4	150	1,277	35	6,30—8,15	45,5—61,0
18	12,7	4	4	150	1,613	44	7,90—10,21	57,0—77,0
20	14,1	4	4	150	1,960	53	9,55—12,40	69,0—92,5
25	17,5	4	4	150	3,063	83	14,90—19,40	108,0—145,0
8	5,6	1	5	170	0,314	6	1,92—2,40	10,5—14,5
10	7,1	1	5	170	0,504	9	2,87—3,60	15,7—21,7
12	8,5	1	5	170	0,722	13	4,15—5,20	22,7—31,5
16	11,3	2	5	170	1,277	23	7,35—9,20	40,0—55,5
18	12,7	2	5	170	1,613	29	9,30—11,60	50,8—70,0
20	14,1	3	5	170	1,960	35	11,20—14,00	61,0—84,5
25	17,5	3	5	170	3,063	55	17,25—22,00	94,5—132,0
12	8,5	1	6	190	0,722	9	4,20—5,28	20,5—27,5

16	11,3	1	6	190	1,277	16	7,00—9,35	34,3—48,7
18	12,7	1	6	190	1,613	20	8,85—11,70	43,3—61,0
20	14,1	2	6	190	1,960	25	10,70—14,60	52,5—76,0
25	17,5	3	6	190	3,063	38	17,20—22,30	84,5—116,0

第8表 薄被覆棒によるV形衝合熔接(第3図参照)

板厚 mm	寸法		層数	電極棒 ϕ mm	電流 A	継目重量 kg/m	継目1mの所要量		
	a mm	b mm					電極棒本数	電力量 kWh	正味熔接時間 Min.
4	1	0	1	3,25	110	0,113	5	0,56—0,76	5,6—8,3
6	1,5	1	1	3,25	110	0,258	11	1,13—1,68	11,3—18,3
8	1,5	1	2	4	150	0,418	12	1,98—2,80	14,3—21,0
10	2	1	2	4	150	0,671	19	3,24—4,45	23,5—33,2
12	2	1,5	3	4	150	0,920	25	4,50—5,82	32,5—43,5
14	2	2	3	4	150	1,200	33	5,90—7,70	43,0—57,8
16	2	2	4	4	150	1,550	43	7,55—10,00	54,5—75,0
10	2	1	2	5	170	0,671	12	3,83—4,80	21,0—29,0
12	2	1,5	2	5	170	0,920	16	5,10—6,40	28,0—38,5
14	2	2	3	5	170	1,200	21	6,70—8,40	36,7—51,0
16	2	2	3	5	170	1,550	28	8,62—11,20	47,0—67,5

第9表 薄被覆棒によるX形衝合熔接(第4図参照)

板厚 s mm	寸法		層数	電極棒 ϕ mm	電流 A	継目重量 kg/m	継目1mの所要量		
	a mm	b mm					電極棒本数	電力量 kWh	正味熔接時間 Min.
12	1,5	1	2	4	150	0,510	14	2,50—3,26	18,2—24,5
14	1,5	1	2	4	150	0,660	18	3,25—4,20	23,4—31,5
16	1,5	1	4	4	150	0,836	23	4,13—5,35	30,0—40,2
18	1,5	1	4	4	150	1,035	29	5,00—6,75	36,4—50,8
14	1,5	1	2	5	170	0,660	12	3,84—4,80	21,0—29,0
16	1,5	1	2	5	170	0,836	15	4,80—6,00	26,2—36,2
18	1,5	1	4	5	170	1,035	18	5,75—7,20	31,5—43,5
20	1,5	1,5	4	5	170	1,245	22	7,00—8,80	38,5—53,0
25	2	1,5	6	5	170	1,960	35	11,20—14,00	61,0—84,3
18	1,5	1,5	4	6	190	1,035	13	5,60—7,62	27,4—39,5
20	1,5	1,5	4	6	190	1,245	16	7,00—9,85	34,2—48,7
25	2	1,5	6	6	190	1,960	25	10,70—14,60	52,5—76,2

第10表 厚被覆棒による隅肉熔接(第2図参照)

板厚 s mm	喉厚 a mm	層数	電極棒 ϕ mm	電流 A	継目重量 kg/m	継目1mの所要量		
						電極棒本数	電力量 kWh	正味熔接時間 Min.
2	1,4	1	2	50—70	0,019	3	0,10—0,20	2,8—3,5
4	2,8	1	3,25	110—120	0,078	4	0,64—0,80	5,1—5,9
6	4,2	1	4	150—160	0,176	5	1,30—1,50	7,5—9,3
8	5,6	1	4	150—160	0,314	9	2,34—2,70	13,5—16,8
10	7,1	2	4	150—160	0,504	14	3,65—4,20	21,0—26,0

12	8,5	2	4	150-160	0,722	19	5,20-5,70	30,5-35,5
16	11,3	3	4	150-160	1,277	34	9,10-10,20	52,5-63,5
18	12,7	3	4	150-160	1,613	43	11,40-12,90	66,0-80,0
20	14,1	4	4	150-160	1,960	52	13,80-15,60	80,0-97,5
25	17,5	6	4	150-160	3,063	81	21,50-24,30	124,0-152,0
8	5,6	1	5	170-180	0,314	6	2,30-2,35	11,2-12,8
10	7,1	1	5	170-180	0,504	9	3,55-3,86	18,7-20,4
12	8,5	2	5	170-180	0,722	13	5,12-5,40	26,0-28,5
16	11,3	3	5	170-180	1,277	22	8,65-9,65	46,5-51,0
18	12,7	3	5	170-180	1,613	28	11,00-12,00	58,0-63,0
20	14,1	3	5	170-180	1,960	34	13,40-14,70	71,0-77,0
25	17,5	6	5	170-180	3,063	52	20,40-22,70	110,0-120,1
12	8,5	1	6	190-200	0,722	9	5,20-5,88	21,0-24,0
16	11,3	1	6	190-200	1,277	15	9,20-11,15	37,3-43,5
18	12,7	2	6	190-200	1,613	19	11,60-14,10	46,5-55,0
20	14,1	3	6	190-200	1,960	23	14,10-17,00	58,2-65,5
25	17,5	5	6	190-200	3,063	36	22,00-26,40	88,5-103,5

第 11 表 厚被覆棒による V 形衝合焊接 (第 3 圖参照)

板厚 s mm	寸 法		層 数	電極棒 φ mm	電 流 A	継目重量 kg/m	継目 1m の所要量		
	a mm	b mm					電極棒本数	電 力 量 kWh	正味焊接時間 Min.
4	1	0	1	3,25	120	0,113	4	0,80-0,96	5,9-7,2
6	1,5	1	2	3,25	120	0,258	10	1,60-2,24	12,8-15,8
8	1,5	1	2	4	160	0,418	11	2,86-3,30	15,5-20,0
10	2	1	3	4	160	0,671	18	4,55-5,40	27,0-33,6
12	2	1,5	3	4	160	0,920	24	6,35-7,20	37,5-45,0
14	2	2	4	4	160	1,200	32	8,15-9,60	48,0-60,0
16	2	2	4	4	160	1,550	41	10,60-12,30	63,0-76,5
10	2	1	2	5	180	0,671	11	4,30-5,28	23,5-26,4
12	2	1,5	2	5	180	0,920	16	6,30-7,30	33,5-36,5
14	2	2	3	5	180	1,200	21	8,25-9,35	43,0-46,8
16	2	2	4	5	180	1,550	26	10,20-12,20	55,5-61,0

第 12 表 厚被覆棒による X 形衝合焊接 (第 4 圖参照)

板厚 s mm	寸 法		層 数	電極棒 φ mm	電 流 A	継目重量 kg/m	継目 1m の所要量		
	a mm	b mm					電極棒本数	電 力 量 kWh	正味焊接時間 Min.
12	1,5	1	4	4	160	0,510	14	3,65-4,20	21,0-26,2
14	1,5	1	4	4	160	0,660	18	4,55-5,40	27,0-33,5
16	1,5	1	4	4	160	0,836	22	5,65-6,60	34,5-41,0
18	1,5	1	6	4	160	1,035	27	7,00-8,10	42,0-50,5
14	1,5	1	4	5	180	0,660	11	4,30-5,30	23,5-26,4
16	1,5	1	4	5	180	0,836	14	5,50-6,50	29,8-32,5
18	1,5	1	4	5	180	1,035	18	7,10-8,10	37,2-40,5
20	1,5	1,5	4	5	180	1,245	21	8,25-9,75	44,8-48,8
25	2	1,5	6	5	180	1,960	33	13,00-15,40	70,0-77,0
18	1,5	1,5	4	6	200	1,035	12	7,35-8,80	30,3-34,5
20	1,5	1,5	4	6	200	1,245	14	8,60-10,60	37,2-41,2
25	2	1,5	6	6	200	1,960	23	13,90-17,00	56,0-66,5

第13表 ユニオンメルト法の衝合溶接 (第5圖参照)

板厚 s mm	底鼻 N mm	開先角 α	溶接棒		電流 A	電圧 V	正味溶接速度 mm/min	正味溶接時間 min/m
			ϕ mm	所要量 kg/m				
5	3	60	5	0,195	575	36	840	1,2
8	3	60	6	0,450	900	36	735	1,4
10	3	60	6	0,525	1000	37	685	1,5
16	3	45	6	0,870	1250	38	480	2,1
22	3	40	8	1,425	1500	40	330	3,0
28	3	30	8	1,875	1650	41	255	3,9
32	3	30	8	2,400	1700	41	225	4,5
38	3	30	10	3,000	2000	41	205	4,9
51	3	30	13	5,500	2900	42	150	6,7
64	3	27	13	8,700	3200	42	125	8,0

けで、接合が完成すればこれに越したことはない。ユニオンメルト溶接法はこの目的の一つの解決策を示すものと考へられる。その溶接速度並に継目の形状を第13表並に第5圖に示すが底鼻を密着せしめてゐること、厚板に於いて開先角を極端に狭めてゐることなど、例へば64mm厚の板で27°の開先角とするなど注目すべきところである。

4. 溶接の長さ

筆者が冒頭に述べた溶接の長さを減らすといふことは、これに代るべき他の接手を増加することでないのは勿論である。この意味は要するに總ての接合部を減らすことであつて、それは綿密な設計から生るべきものである。

A型戦時標準船船殻の溶接總延長に對しては各造船所毎に、又その手掛けた日數によつてそれぞれ異つてゐる。概して溶接總延長は遂次増大し併用銲數が減少しつつある現状である。或る造船所の初期の溶接採用の船では總延長3,500mであつた。この程度では銲の代置の効果は極めて微弱で、建造日數は寧ろ増大する位であらう。別の造船所であるが相當に溶接を用ひ銲を減らした設計では衝合溶接6,000m、隅肉溶接30,000m、銲數150,000本を示してゐる。この船は全銲船の時、銲數500,000本を要すると概算されるから銲工數の2/3を短縮して溶接に變へたことになる。

通常16mm鋼板の60°V衝合では1人1日約4.5m位溶接可能で、脚9mm隅肉ならば約10mが出来る。これは種々の手間を込めたもので作業の實際時間を算出する基礎となるであらう。しかし16mm鋼板の衝合は半自動とか自動溶接にとつて最適の溶接

が出来る。簡単な情報ではあるが最近の米國の例でCalifornia Shipbuilding Corporationは造船臺14、艤裝所10、直流溶接機——複式を單式に換算せるものを含む——約1700臺、ユニオンメルト溶接機19臺を設備し、自由型船を月々20隻建造してゐる。1隻の船殻溶接の長さは77,800mであつて前記A型船の場合より長い。銲接も行つてゐるが相當溶接が用ひられてゐることが分る。ユニオンメルトによる電流や速度を示すと第14表の様可成り速く又I形衝合が思ひ切つて用ひてある様である。

5. 結 言

船の多量生産に溶接が便宜的手法として用ひられてゐるが輕々な態度でこれを取扱つてよい結果を期待することは出来ない。強調したいことは、溶接設計は製作工場と緊密一體な關聯の下に行はれねば充分な機能が發揮出来ないといふことである。所謂萬能的な設計とか製作工場に對する啓蒙的設計とか言ふものは新設備を施すことの殆ど出来ない緊迫せる現在、全く無意味な存在である。現有施設を最も効果的に驅使出来る様な設計をなすことが大切で、それには製作工場の内容に設計者自身が身を以て立ち入ると言つたことが必要である。

(筆者：東京帝國大學講師・溶接研究所員・工學博士)

第14表 カリフォルニア造船所のユニオンメルト溶接

鋼板 in	形 式	第1層			第2層		
		電流 A	電壓 V	速度 in/min	電流 A	電壓 V	速度 in/min
3/8	I形衝合	700	33	22	750	35	20
5/8	I形衝合	800	33	18	950	35	17
3/8~1/4	V形衝合	800	33	20	1000	33	17
エンジンベツド	表側 1/4 in 深にV形をとる	900	33	16	1050	33	17

弾性船臺上に於て熔接建造せる場合の 船體の撓み及び残留應力の計算法

木 原 博

船體を熔接建造する際は中央から前後へ、下方から上向に向つて熔接施行して行くが、この際熔接に依る収縮應力のため船體は縦方向の曲げを受ける。この曲げ變形を起した船體の各部には内應力が残留するのは當然の事であるが、然し熔接に依つて徐々に生じた變形と、出来上つた船體を一度に曲げた變形とがたとひ同一であつても各部材に生ずる應力は全く異つたものとなる。

今假りに甲板のみを熔接する場合を考へて見る。甲板を熔接すれば船體の縦方向並びに横方向に収縮歪を生ずるが、横方向の歪や應力はさておき縦方向のみを考へてみると、熔接された甲板は収縮せんとして船體はサッキングモーメントを受ける。このサッキングモーメントを起す収縮力の大きさは甲板の厚さ、熔接方向、熔接部形状、熔接方法、熔接線數等に依つて支配される譯である。

今簡單のため熔接による甲板の収縮力は船體の長手方向に一様に分布してゐるものとし、部分的な残留應力は考へないことにする。然る時は、熔接する代りに最初から縦方向に引張力を與へた甲板を船體に取付けたと見做す事が出来、斯く考へることに依つて、建造中及び建造後の船體各部の残留應力及び船體の撓み等を計算することが出来る。

例へば第3圖に示す如き船體に於て船底板 B_0 の上に外板 S_1 を取付け、その S_1 の上に甲板 D_1 を取付ける。次に $S_2, D_2, S_3, D_3, \dots$ と順次取付けて行くのであるが B_0 及び S_m には初期應力零で、 D_m のみが p_m なる初期引張應力を有してゐると假定する。又 B_0, S_m 及び D_m の斷面積をそれぞれ A_0, A_m' 及び A_m とする。

D_m を取付けたために生ずる縦方向の収縮力 F_n は

$$F_n = -A_n p_n \quad (1)$$

で與へられ F_n のための平均壓縮應力 f_n は

$$f_n = \frac{F_n}{\sum_{n=0}^n (A_n + A_n')} = \frac{-A_n}{\sum_{n=0}^n (A_n + A_n')} p_n \quad (2)$$

D_n がそれを取付けた時の斷面の中性軸から y_n の距離にあるために生ずる曲げモーメント M_n は次の如くなる。

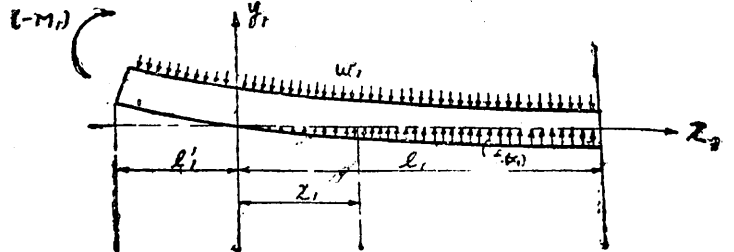
$$M_n = F_n y_n = -A_n y_n p_n \quad (3)$$

次に S_n と D_n との兩者の自重に依る單位長さ當りの均一分布荷重を w_n とすれば

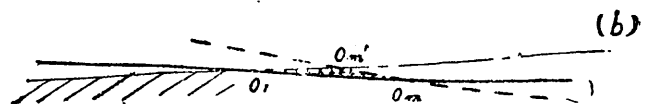
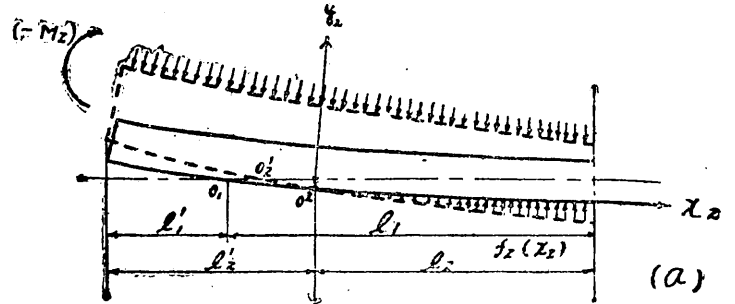
$$w_n = \alpha(A_n' + A_n) \quad (4)$$

で表はされる。但し α は軟鋼の比重である。

船臺を弾性床と見做して、 M_n のサッキングモーメントが働き、 w_n の均一分布荷重が下方に働く場合の船體の撓み及び船體の各部の曲げモーメントを求めることは相當面倒な計算になる。第



第 1 圖



第 2 圖

1 圖の如く船體から離れる點を原點に取り、右方向に x_n 軸、左方向に x_n' 軸を取り、その時の各部の曲げモーメント nMx_n 、及び nMx_n' は計算し得たと假定する。

然る時、 S_1 及び D_n を取付けたための nM_n 又は nMx_n' の爲に D_m に生ずる曲げ應力 mp_n は次式で與へられる。但し $n > m$ 。

$$mp_n = \frac{nMx_n}{I_n} m y_n \quad \text{或は} \quad \frac{nMx_n'}{I} m y_n \quad (5)$$

ここに I_n は D_n を取付けた時の断面の慣性力率で、 $m y_n$ は I_n の中性軸から D_m 迄の距離である。

然る時は D_n を取付けた時の D_m の残留應力 $D_m d_n$ は次の如くなる。

$$D_m d = p_m + \sum_{n=m}^n f_n + \sum_{n=m}^n mp_n \quad (6)$$

B_0 船底板の残留應力は (6) 式で $p_m=0$ 及び $m=0$ とおけば良い。又 S_m 外板の残留應力は (6) 式にて $p_m=0$ とおき、 mp_n には (5) 式の $m y_n$ の代りに $m-1 y_n$ 及び $m y_n$ の2つの値を入れることによりそれぞれ S_m の下端及び上端の残留應力が求め得られる譯で、その上下端の間は直線的分布をなすから、すべての部分の残留應力を知り得る。

要するに Mx_n 、及び Mx_n' さへ知り得れば (6) 式に依り船體の各部の残留應力を求めることが出来る。

今第1圖に於て船體が船臺から離れる處を原點に取れば、船臺からの抗力 $f_1(x_1)$ は船體の撓み y_1 に比例すると考えることが出来る。

$$f_1(x_1) = k y_1 \quad (7)$$

此處に k は船臺に依る彈性常數であつて、例へば、或船臺に就て測定した結果に依れば 2.1 kg/mm/mm 程度である。

今梁理論を適用すれば次の微分方程式が成立する。

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(-EI_1 \frac{d^2 y_1}{dx^2} \right) = f_1(x_1) + w_1$$

$$\therefore EI_1 \frac{d^4 y_1}{dx^4} = -k y_1 - w_1 \quad (8)$$

(8) 式の一一般解は

$$y_1 = e^{\beta_1 x_1} (A_1 \cos \beta_1 x_1 + B_1 \sin \beta_1 x_1) + e^{-\beta_1 x_1} (C_1 \cos \beta_1 x_1 + D_1 \sin \beta_1 x_1) - \frac{w_1}{k} \quad (9)$$

但し $\beta_1 = \sqrt[4]{\frac{k}{4EI_1}}$ (10)

ここに周邊條件として $x_1=0$ の時 $y_1=0$,

$$\frac{d^2 y_1}{dx_1^2} = \frac{1}{\rho_1} \quad \text{及び} \quad x_1 = l_1 \quad \text{の時} \quad \frac{dy_1}{dx_1} = 0, \quad \frac{d^3 y_1}{dx_1^3} = 0$$

の4つの條件を考へることに依り

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= \frac{2 \frac{w_1}{k} (e^{-\theta} + \cos \theta_1) - \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} \sin \theta_1}{4(\cos h \theta_1 + \cos \theta_1)} \\ B_1 &= \frac{2 \frac{w_1}{k} \sin \theta_1 + \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} (e^{-\theta_1} + \cos \theta_1)}{4(\cos h \theta_1 + \cos \theta_1)} \\ C_1 &= \frac{2 \frac{w_1}{k} (e^{\theta_1} + \cos \theta_1) + \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} \sin \theta_1}{4(\cos h \theta_1 + \cos \theta_1)} \\ D_1 &= \frac{2 \frac{w_1}{k} \sin \theta_1 - \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} (e^{\theta_1} + \cos \theta_1)}{4(\cos h \theta_1 + \cos \theta_1)} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

但し $\frac{1}{\rho_1} = -\frac{1}{EI_1} \left(M_1 + \frac{1}{2} w_1 l_1^2 \right)$ (12)

$$\rho_1 = 2\beta_1 l_1 \quad (13)$$

$A_1, B_1, C_1,$ 及び D_1 は (11) 式に示す如く求め得られたが、 θ_1 は l_1 を ρ_1 は l_1' を含んで居る。 $l_1 + l_1' = \frac{1}{2} L$ であるだけで l_1 或は l_1' は未だ未知數である。この l_1 或は l_1' を求めるには、第1圖の系全體の y_1 方向の平衡を考へれば良い。即ち次式を満足しなければならない。

$$-\int_0^{l_1+l_1'} f(x_1) dx_1 = w_1 (l_1 + l_1') \quad (14)$$

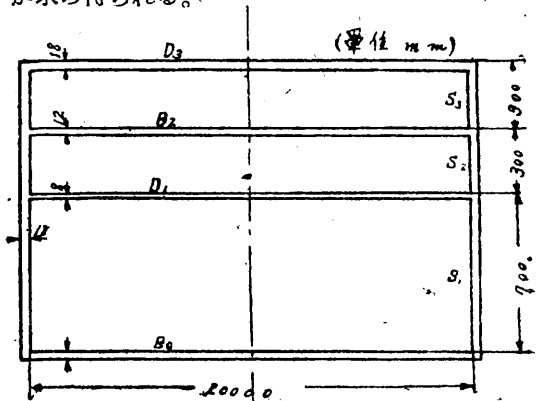
(14) 式を l_1' に就て整頓すれば

$$l_1'^2 + \frac{2 \cos h \theta_1 + \cos \theta_1}{\beta_1 \sin h \theta_1 - \sin \theta_1} l_1' + 2 \frac{M_1}{w_1} + \frac{1}{\beta_1^2} \frac{\sin h \theta_1 + \sin \theta_1}{\sin h \theta_1 - \sin \theta_1} = 0$$

従つて

$$l_1' = -\frac{1}{\beta_1} \left[\frac{\cos h \theta_1 + \cos \theta_1}{\sin h \theta_1 - \sin \theta_1} \pm \left\{ \frac{2 + 2 \cos h \theta_1 \cos \theta_1}{(\sin h \theta_1 - \sin \theta_1)^2} - \frac{2M_1}{w_1 \beta_1^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \right] \quad (15)$$

$l_1' = \frac{L}{2} - l_1$ であるから (15) 式より l_1 及び l_1' が求め得られる。



第 3 圖

x_1 に於ける曲げモーメントを ${}_1M_{x_1}$ とすれば

$$\begin{aligned}
 {}_1M_{x_1} &= -EI_1 \frac{d^2 y_1}{dx_1^2} \text{ より} \\
 {}_1M_{x_1} &= \frac{-EI_1 \beta_1^2 e^{-\beta_1 x_1}}{2(\cos h\theta_1 + \cos \theta_1)} \left[\left\{ 2 \frac{w_1}{k} \sin \theta_1 \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + \frac{1}{\rho_1 \beta_1} (e^{-\theta_1} + \cos \theta_1) \right\} \cos \beta_1 x_1 - \left\{ 2 \frac{w_1}{k} (e^{-\theta_1} + \cos \theta_1) \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. - \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} \sin \theta_1 \right\} \sin \beta_1 x_1 \right] + \frac{EI_1 \beta_1^2 e^{-\beta_1 x_1}}{2(\cos h\theta_1 + \cos \theta_1)} \\
 &\quad \left[\left\{ 2 \frac{w_1}{k} \sin \theta_1 - \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} (e^{\theta_1} + \cos \theta_1) \right\} \cos \beta_1 x_1 \right. \\
 &\quad \left. - \left\{ 2 \frac{w_1}{k} (e^{\theta_1} + \cos \theta_1) + \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} \sin \theta_1 \right\} \sin \beta_1 x_1 \right] \quad (16)
 \end{aligned}$$

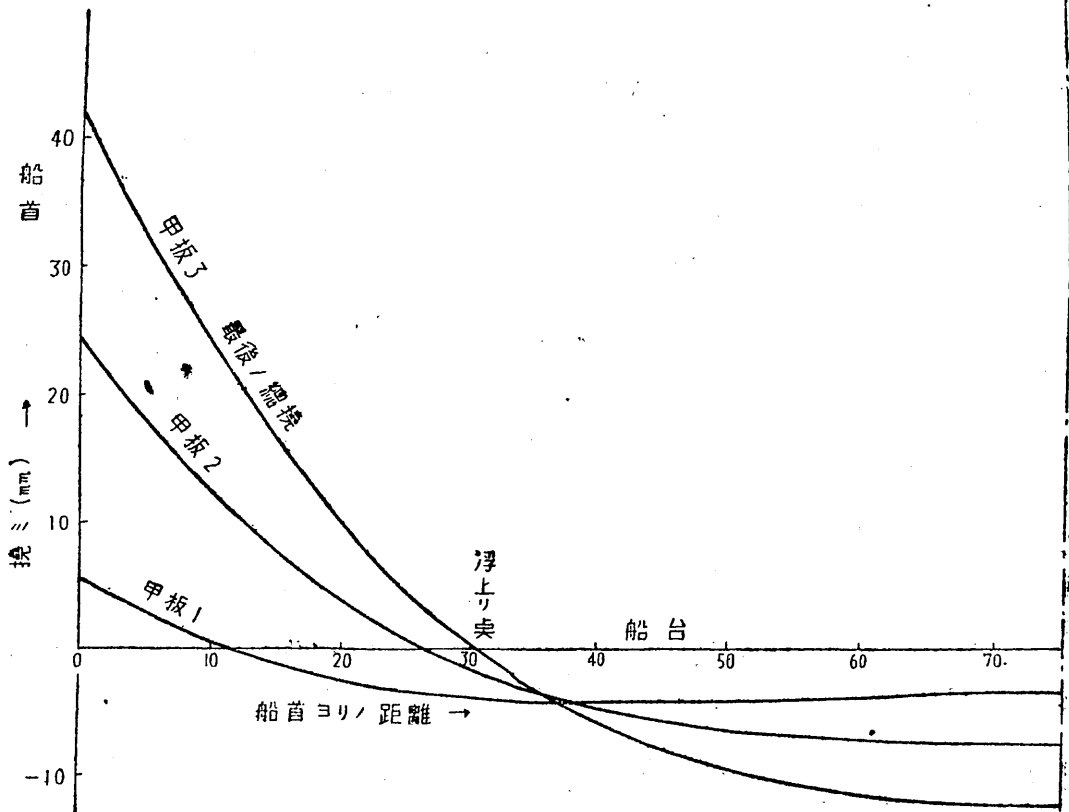
次に O_1 点より左側に於ける曲げモーメント、 ${}_1M_{x_1}'$ は x_1 軸の反対方向に x_1' 軸をとれば

$${}_1M_{x_1}' = M_1 + \frac{1}{2} w_1 (l' - x_1)^2 \quad (17)$$

斯くして ${}_1M_{x_1}$ 及び ${}_1M_{x_1}'$ が求め得られる。

次に船體の撓みを求めて見る。 O_1 点より右側に於ける撓みは (9) 式より

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \frac{e^{\beta_1 w_1}}{4(\cos h\theta + \cos \theta)} \left[2 \frac{w_1}{k} (e^{-\theta_1} + \cos \theta_1) \right. \\
 &\quad \left. - \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} \sin \theta_1 \right] \cos \beta_1 x_1 + \left\{ 2 \frac{w_1}{k} \sin \theta_1 \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} (e^{-\theta_1} + \cos \theta_1) \right\} \sin \beta_1 x_1 \left] + \frac{e^{-\beta_1 x_1}}{4(\cos h\theta_1 + \cos \theta_1)}
 \end{aligned}$$



第 4 圖 各甲板を取附けた際及び最後に於ける撓み

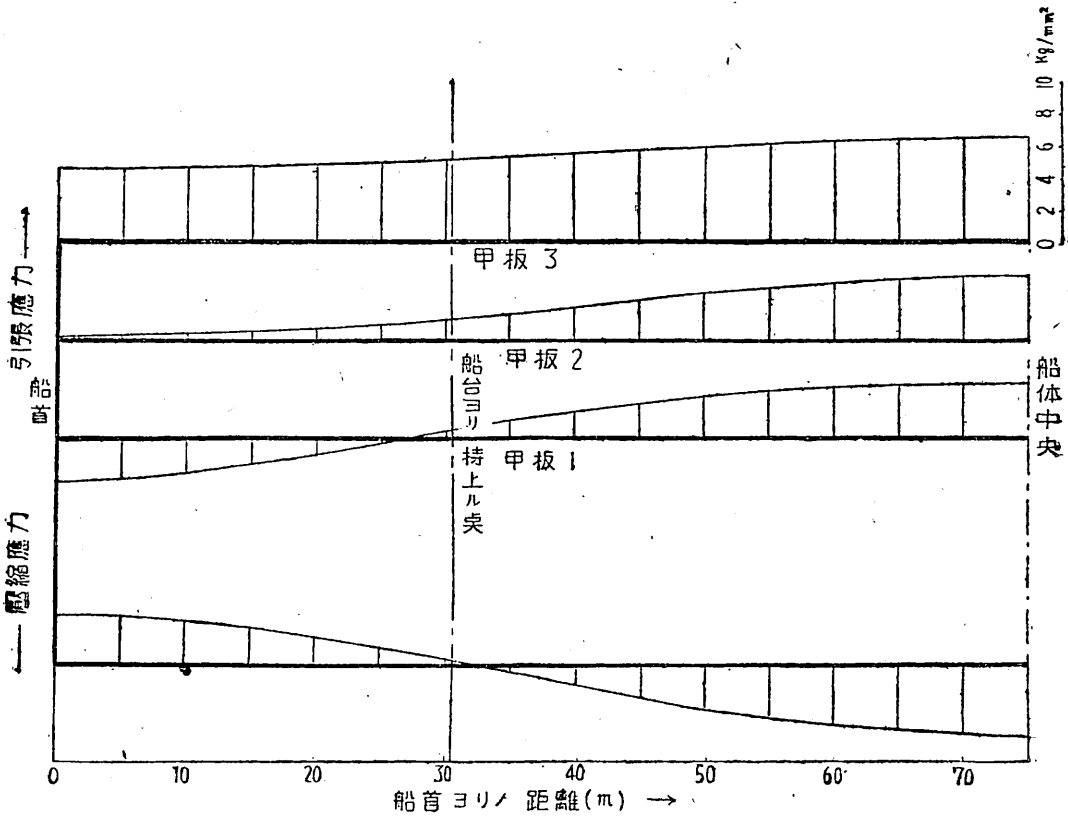
$$\begin{aligned}
 &\left[\left\{ 2 \frac{w_1}{k} (e^{\theta_1} + \cos \theta_1) + \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} \sin \theta_1 \right\} \cos \beta_1 x_1 \right. \\
 &\quad \left. + 2 \frac{w_1}{k} \sin \theta_1 - \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} (e^{\theta_1} + \cos \theta_1) \right\} \sin \beta_1 x_1 \quad (17)
 \end{aligned}$$

O_1 点より左側に於ては (17) 式にて $(y_1')_{x_1'=0} = 0$

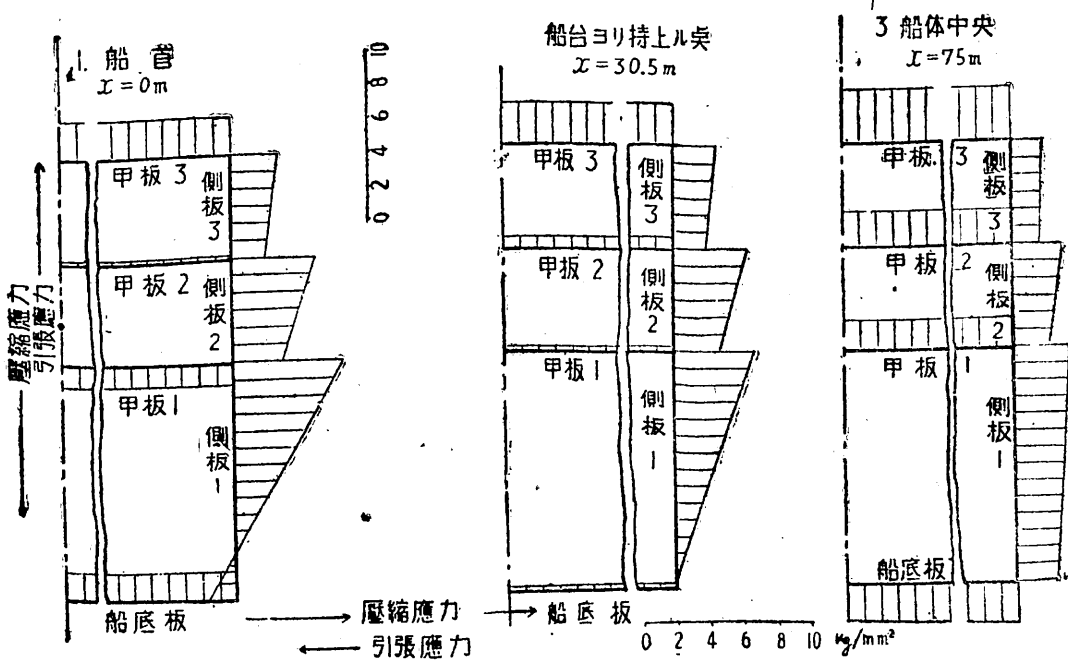
及び $\left(\frac{dy_1}{dx_1'} \right)_{x_1'=0} = - \left(\frac{dy_1}{dx_1} \right)_{x_1=0}$ なる周邊條件を考へることにより

$$\begin{aligned}
 y_1' &= - \frac{1}{2EI} \left\{ \left(M_1 + \frac{1}{2} w_1 l'^2 \right) \left(x_1'^2 - \frac{1}{3} w_1 x_1'^4 \right) \right\} \\
 &\quad + \frac{\beta_1}{2(\cos h\theta_1 + \cos \theta_1)} \left\{ 2 \frac{w_1}{k} (\sin h\theta_1 - \sin \theta_1) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{\rho_1 \beta_1^2} (\sin h\theta_1 + \sin \theta_1) \right\} \quad (19)
 \end{aligned}$$

以上で S_1, D_1 を取付けた場合を解き得たが、次に S_2 と D_2 を取付ける場合を考へて見る。 S_1 及び D_1 を取付けた場合の船體は (18) 及び (19) 式に示される形を取つて平衡を保つてゐる。今簡單のためその時の船底に沿つて x_2 軸を取り S_2 と D_2 を取付ける場合を前の S_1 と D_1 を取付けた場合と同様に取扱ふことにする。この場合第 2 圖 (a) に於て x_2 軸から離れる O_2 點は船臺を離れてゐないで實際は O_2' の點で離れてゐるのである。従つて上記の如く取扱へば、 O_1, O_2', O_2 の三角形の抗力が實際には無いのに作用してゐると



第 5 圖 船體の残留應力圖(縱断面)(單底船 $P=5 \text{ kg/mm}^2$, $k=2. \text{ kg/mm}^2$)



第 6 圖 船體の残留應力圖(横断面)(單底船 $P=5 \text{ kg/mm}^2$; $K=2.1 \text{ kg/mm}^2$)

見做したことになる。従つてこれを繰返すと S_m と D_m を取り付けた時には第2圖(b)に示す如く三角形 $O_1 O_m' O_m$ の抗力を別に外から加へたことになる。

この誤差は計算結果に對して幾分船體の撓みは大きく、中央断面附近に於ける甲板の残留應力は小さく出て来るが、左程大きな影響を與へないものと考へることが出来る。

以上の如く考へる事に依つて(7)式~(19)式に於て $M_1, w_1, y_1 \dots$ を $M_m, w_m, y_m \dots$ と1の代りに m を書き代へることが出来る。

然る時 mM_{zm}, mM_{zm}' が求め得られ船體の各部の残留應力及び撓みは悉く計算出来る筈である。

其處で第3圖に示す如き $150 \times 20 \times 13^m$ の單底箱船を例に取り簡単な數値計算をして見ることにする。今 $p_0 = 0$ で $p_m (1 > m > n)$ はすべて $5kg/$

mm^2 の應力と考へ k の値は $2.1 kg/mm/mm$ と假定する。

その計算結果を圖示すれば第4圖、第5圖及び第6圖の如くである。即ち第4圖は各甲板は取り付けた時の船體の撓みを示して居り、第5圖は縦断面に於ける底板及び甲板の残留應力を表はしてゐる。又第6圖は船首、持上り點及び中央の3箇所

に於ける外板及び底板の残留應力を示してゐる。以上は船臺上に在る間のことで、この船が進水すれば船臺からの抗力は無くなりその代りに浮力が働くから、船體の撓み及び各部の残留應力は多少變つて来るが、この計算は容易である。又この數値計算では p を與へたが、撓みが實測出来れば逆に p が計算し得られ、各部の残留應力も求め得られることは當然である。

(筆者・航空研究所員・艦艇研究所員)

今次、沖繩に對する爆撃によつて那覇市街の大部が灰燼に歸したことは、かねて有り得べきことはいへ、全く痛憤に堪へない。

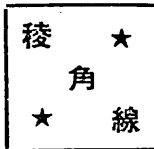
民家、民衆に對し有様殺戮を加へたことは天人ともに許さざるところ、一億の憤激いや増し募るのみであるが、往時より常に塗炭の困苦に堪えつつ活の道を拓き來つたその縣人氣質は、この際痛憤の中にも直ちに立て直つて敵撃滅の闘志も新に、もりもりと復興にいそしみつつありとの報を聞き、何よりも心強い限りである。

若干の懷舊が許されるならば、筆者數回にわたる曾遊の地として、那覇及びその近郊の地が蹂躙せられたといふことは、また別の意味に於て大いなる痛恨事ではある。

朱と白と翠縁との街那覇、朱とはこの地方特有の屋根瓦の色であり、白とはその瓦をかためる線太き漆喰の色である。その朱と白とが、榕樹や蘇鐵などの熱帯樹の緑蔭に包まれて展開する風景を、リーフに碎ける白波を隔てて船上から望見する時、幾度び見ても新しい感覺に刺戟される。

沖繩についての傳説神史の類ひは枚擧に遑ないが、實際に見聞することにも随分目新しくまた珍しく感ずることが多い。

さて我々はこの地方の人々、わけても那覇にほど近き本島西南端の一漁村糸満住民に典型的な海洋人の姿を見るのである。ここの人々は戦前までアラフラ海一帯に活躍した眞珠貝採取船のダイバーとして聞え、また海外移民の先驅者として知られてゐる。海を家とし、寝るに波枕を以てするこの人々の行住は、我國民の海洋發展への一指標を示すものとさへいへよう。今や拿捕艦の引揚げ、戦傷船の修理事業等に、これら優秀なるダイバー達がここを先途と活躍してゐるさまが想像される。



海洋人の本領

龍宮四郎

この地方獨特の漁舟サバニは餘りに有名である。昔は一材から削り出したところから削舟の名で呼び馴らされてゐるが、大材が得ら

れなくなつた今日では、底板及び兩舷外板2枚の3材よりなる構造船である。これら各板の接合には釘が用ひられず、専ら木の楔が用ひられる。長さ約6間、幅約3尺、深約1尺5寸、中央部が低く船首尾が反り上つて、断面形がほぼ三角形をなした舟であることは御存知の方も多からう。この舟が1枚帆を上げていい風に乗つた時は、輕快そのものでもいほうか、一見矢の如く氣持ちよく走る。

接岸地帯は珊瑚礁のため大型の船は不向きであるので、沿岸漁業に従事する漁民はみなこの舟によつて漁をしてゐる。ところが磯の附近には波の高いのは當り前で、小さい舟でこれにかかればどうしても覆り易い。どうせ覆へるなら起し易い舟がいいといふわけでもあらうか。事實、漁民は舟が顛覆すると海中で難作なくこれを起し、漁具を拾ひ集めてそのまま再び仕事を續ける。

この小舟は、海を恐れざるこの地方の人々によつてよく大海を乗り切る。日本海々戰の時、東海洋上に於て逸早くバルチック艦隊の北上が認められ、この旨打電するため、五人の沖繩漁夫が選ばれ、このサバニを驅つて力漕また力漕、ついに信濃丸の「敵艦見ゆ」の第1報となつて蓋世の大戦果の序幕をなしたことはよく知られてゐる。今次空襲に際しても公用便送達のためこの舟を驅つて百哩近い洋上を突破、よく大任を果たした勇敢なる漁夫の殊勳が傳へられた。

かうした海洋人獨得の勇氣と粘りとを以て、那覇の復興が着々進められてゐることが偲ばれ、一段の頼母しさが感ぜられるのである。



戦時救命設備

大庭嘉太郎

アメリカ戦時情報局は太平洋戦局に関する報告の中で「日本を完全に打ちのめすためにはその人的資源の完全な破壊を圖らねばならぬ。この點がドイツ人と日本人との本質的相違である」と述べてゐる。

日獨米英の本土における人口には大差がなく、わが國は1億、ドイツが9千萬、アメリカが1億3千萬、イギリスが5千萬で、日獨と米英との各々の合計は略々同数である。しかしながら敵米英はその廣大な植民地、多數の反樞軸國家群及び偽裝中立諸國などの極めて豊富な人的資源を擁し、これを凡ゆる面において全幅的に利用してゐるに對し、日獨はヒンターランドに恵まれず、極言すれば孤軍奮闘の感がないでもない。大東亞共榮圈内の人的資源は洵に尨大なものであり、その大部分がわが國に絶大な協力をしてゐるとはいふものの、直接軍事上には勿論のこと、各方面において安心してまかせきりの出来る民族は決して多くなく、しかも殆どすべてが文化の水準が低位にあるといふ致命的な弱點さへ存在する。

範圍を船員の問題に限定して考へてみたい。本年度における未曾有の大量計畫造船の完遂は資材の問題とともに、勞務不足の現状をいかに打開するかにかかつてゐると同様に、船舶乗組員の不足も相當深刻なものがある。海上における喪失の補填と大量の新船への充足に對處し、政府は船舶運営會及びその他の海事諸團體を動員して船員の確保と募集とに大重となつてをり、その實績において見るべきものはあるが、加速度的に質が低下しつつあることは蔽ふべからざる事實であり、しかも歩留りも決して良好でなく、前途は必ずしも樂觀を許さざる状態にある。切角晝夜の別なく敢闘死闘を繰返して完成させた船が船員不足のために就航が遅延し、右から左へ即刻戦力化されぬやうなことがあつては戦時下由々しい大事である。

船舶に直接關係する知人が子供を海軍には送りたいが、船員にする氣にはどうしてもなれぬと筆者に述懐したことがあるが、恐らくこれは何人にも共通な現在における氣持であらう。ここに政府の船員に對する戦時施策に大きな缺陷が見出され、政府は劃期的對策を早急に確立すべきであると信ずるが、これにはまづ軍官民を通じ一般國民の船員に對するいはゆる船乗り認識を根本的に改めることが肝要である。しかしながら實際問題としてこれが急速な實

現は仲々容易でなく、従つて戦時中は徴兵制度に平行して徴船員制度を實施し、壯丁の徴兵検査に際し國家が軍役に服するものと船役に服するものとを指定すべしなどといふ議論さへ擡頭してゐる。この問題を「造船時評」で取扱ふのはいかがと思はれるのでこれ以上深入りすることは遠慮したい。

戦時下における船員の肉體的及び精神的勞苦の並大抵でないことはここに改めて述べるまでもなく、それが航海及び碇泊時を通じ繼續的であるだけにわれわれは最大級の意敬と感謝とを表はさねばならない。さらに太平洋戦局の重大化に伴ひ一般商船の戦禍の機會が著しく増大し、しかも敵アメリカの攻撃兵器が、特に人命の喪失を狙ふ點において格段に發達して來たことは、かれのいふ「人的資源の完全な破壊」を裏書きしてゐる。

由來日本人は事に當つて死を鴻毛より輕しとする大精神に終始し來つたのであるが、かりそめにも人命が粗末に取扱はれることは絶対に許さるべきでない。二言目には「なに死ぬ氣でやつてゐるのだ」が口癖であるが、何んとかして生抜いて死なずにやればこれに越したことはないのである。渡川の露と消えた正成は七生報國を誓つたが、「七たび生れて」より「七たび生きて」があくまで本筋であり、國に忠なる所以である。拉孟において全員が戰死したわが將兵中の決死29勇士の敵砲兵陣地爆破挺身隊に對し金光部隊長が行つた「くれぐれもいふが、今度の皆の任務はこの爆破行だけで終るのではない。必ず歸還して戦闘する重大任務が待つてゐるぞ」の訓示は洵に貴いものである。

筆者は朝野各方面が大量の船舶建造と船員確保とに懸命の努力を拂ひながら、船舶の遭難時における人命救助の根本的對策に大きな穴があるやうな氣がしてならない。平時における救命設備が殆どそのまま惰性的に無反省に採用されてゐるのではなからうか。敵米英は各種の救命設備に對し續々戰時的考案が盛られ、例へばは耐火構造、消火裝置を完備した救命艇、あるひは電氣保温裝置を施した救命胴衣などが實用されてゐるらしい。戦時救命施設も造船關係技術者が眞剣に研究すべき對象であり、これによりアメリカの狙を外して船員の損失を最小限度に止め、大東亞戰爭を完勝に導かねばならない。

(19. 9. 28)

造船現場技術者より見たる熔接

氏 家 正 三

總ての重工業部門に於て、熔接を量的にも、質的にも最も高度に使用する造船所の、而も造船部門に携る吾々としては、熔接に關しては多大の關心を抱いて居り、常にその進歩前進に注目しつつあるのであるが、茲に筆者の過去數年間の乏しい經驗を申し述べて、先輩諸兄の御指導を仰ぎ度いと思ふ次第である。

(1) 造船電氣熔接工場の實働率に就て

熔接工場の實働率なるものを一應次の如く定義して見よう。

F ……熔接工場の實働率

T_i ……各熔接工員の作業時間(間接工を含む)

f_i ……各熔接機の實働率

t_i ……使用熔接棒1本の適正熔融時間

n_i ……各熔接工員の使用棒數

$$f_i = \frac{n_i t_i}{T_i} \dots\dots\dots(1)$$

$$F = \frac{\sum n_i t_i}{\sum T_i} \dots\dots\dots(2)$$

茲に t_i は純粹に熔接棒を熔融するに消費してゐる時間のみを考慮してゐるもので、休憩時間を除いて、始業時より終業時迄の間、熔接棒の受出、返還、電纜の配線、熔接機の調整、棒取替、手持等に要する時間は含んで居らぬのである。

吾々は極力この二つの實働率を擧げることに努力しなければならぬ。造船熔接は船殻、艤裝何れ

に於ても、現場や地上等非常に多くの種類の形式に於て複雑な綜合作業が行はれてゐるもので、これを個々に分析して行くことは相當困難である。現在の戦艦船建造に於ては、工程の分析に依つて相當正確な管理が出来るが、それでも僅かな工作の手違ひに依つて、過大な熔接歪を起したり、龜裂を生じたりすることも起り、實は非常に困難な問題なのである。

第1表は熔接工事實働率の實績の一例を示したものである。

第1表に表はれた實働率は勿論 f_i でも F でもなく、工事の實働率であるが、これに依つて f_i 又は F を想像し得ると思ふ。

(2) 造船工場の地上組立作業場の使用方針

「最短期間に於て總工數を出来るだけ減じて行く」船舶建造方針から考へると熔接工事及び工數は現在急激に増加しつつあり、將來も造船部工數中の大なる要素となるであらうが、吾々は上記建造方針を亂さぬ限りに於て、熔接工場の實働率即ち F を全力を擧げて向上せしめねばならぬ。

即ち F の向上は決して熔接工場獨自な考へから行はるべきではなく、飽く迄も建造工程を亂さぬ範圍に於て行ふべきである。

今熔接工事を二つに分けて考へる。即ち地上熔接工事と現場熔接工事とである。地上熔接工事と

第1表 電氣熔接の工事實働率の實績

		工 事 箇 所	使用棒數量詳細	工 數	實働率	備 考
1	○ ○ 艇	船體構造一般(一部)	4 × 400 × 4,930 本 3 × 300 × 20,340 " 2.5 × 300 × 1,000 "	318	27%	1 工數當りの使用棒 77.6 本
2	○ 型 船	タンクトップ V 型	4 × 400 × 13,500 本	120	43%	熔接全長 500M 1 工數當り 約 4.2M 棒 112 本
3	同 上	上 甲 板 V 型	4 × 400 × 4,500 本	50	35%	熔接全長 22.3M 約 4.5M 90 本
4	修 繕 船 ○ ○ 丸	ウキンチクランク軸 肉 盛 熔 接	4 × 450 × 180 本	1	67%	
5	○ ○ 船	船 體 構 造 一 部	5 × 400 × 12,721 本 4 × 400 × 44,948 " 3 × 350 × 1,761 " 4 × 370 × 11,853 "	845	39%	熔接全長 4,200M 1 工數當り 約 5M 85 本
6	○ ○ 艇	同 上	4 × 450 × 380 本 3.3 × 450 × 4,860 " 2.6 × 400 × 5,076 " 3 × 300 × 271 "	110	35%	熔接全長 2,240'0" 1 工數當り 約 6.0M 96 本

臺を設置したい。

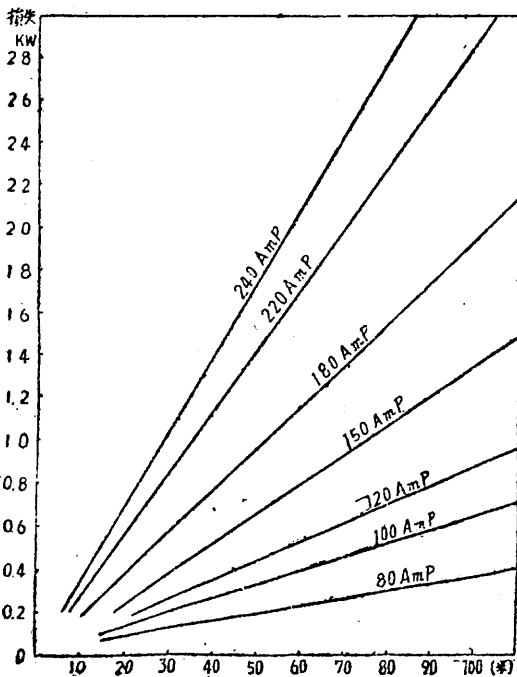
斯様な條件を満足し、且つ出来る限り作業場を有効に使用する意味から熔接機の立體的配置を考慮して高さ3米位の高所に2段位の棚を設け、木製グレーチングを臺とし、1次側電路が明瞭なる様に規則正しい配線をなし、熔接機使用中は必ず使用者名札を電流調整ハンドルに引掛け巡回中名札なき使用中熔接機は片端からスイッチを切斷してしまふ位に厳格な訓練を熔接工員に施さねばならぬ。

配線は普通1次側は220Vで配線されて居り2次側リード線は出来るだけ短くして使用するのが良いので、電線の破損防止、危険防止、電力節約の上から熔接機置場から適当な所迄木製導板を鉛直面に取付けて、これに電線をバンドで取付け地面を電線が長く這ふやうなことはなくさねばならぬ。

同一熔接機が現場、地上兩工事に併用される時は往々にして不必要な電線を長く引張つて地上工事をやつてゐるが、これは嚴重に戒める可きことであり、地上作業組立場では熔接機1臺當り2次側電線の長さを平均30米位を限度にすべきである。

熔接に使用する電力の或る時の測程に依る記録は次の様に表はれて居る。

第3表 電線長さや電力損失との関係 (A=30mm²)



- (イ) 配線の損失 約 12%
- (ロ) 熔接機中の損失 約 3%
- (ハ) 手待時間中の熔接機勵磁電流の損失 約 35%
- (ニ) 熔接棒を熔かす電力 約 50%

吾々は積極的に賃働率を増すと同時に消極的に(イ)(ハ)を減少せしめねばならぬ、現場作業に於ては熔接機1臺當り約80米の2次側電線を準備してゐるが以上熔接機の配置、配線を適宜考慮することに依り、配線損失の減少と手待時間及び作業終了時のスイッチ切斷勵行に依る勵磁電力の減少とに依つて戦時下貴重なる電力の節約に努めねばならぬと思ふ。

(4) 組立作業臺と加工品置場

地上組立工事は出来る限り熔接工事のみで施行して行き度いが、現場に於ては熔接鉸鉸混合工事を何うしても免れぬ、故に組立作業臺は必ずこの2方法を考慮して設備しなければならぬ。特に固定式ワークレン下の作業場に於ては、この配置は相當に考慮を要するもので、即ち熔接作業臺(定盤)、鉸鉸作業臺、組立加工品の置場、置方に關しては工事部分を十分検討して決定することが必要である。

現在熔接定盤は200の溝型鋼のビームの上に14耗程度の鋼板を水平に敷き並べ、高さは大體40種、面積は240~540平方米のものを使用し、鉸鉸組立臺は球山型材を下向に使用し、高さは下側に於て鉸鉸當盤が効く程度の高さとすれば120種位になる。

組立品の置場置方に就ては加工製品の船臺搭載迄の期間が何の位あるか、換言すれば何ヶ月分を搭載前のストックとして持つてゐるかが問題であるが、半月分のストックとしてブロックでは平均0.25T~0.45T/平方米、ピースでは平均0.15T~0.30T/平方米位ではなからうかと考へてゐる。然し工夫と整頓に依り相當上昇し得る數字なることは事實であり、常に立體的な整理と云ふことは忘れてはならないと思ふ。

(5) 歪及び残留内力の問題

現在及び將來に於て熔接の多量使用に生じて來る問題はこの歪及び残留内力の問題であらう。この問題に於ては種々の研究發表もあり、此處に多言は不要と思ふが、筆者の考へとしては、現在に於ては、機械加工の少い果熔接をもつと使用するべきではないかと云ふことと、將來ブロックの残留

内力測定に電氣的歪計を使用して見たいと考へて居る。(造船協會雜誌第260號參照)

(6) 瓦斯發生式熔接棒とスラグシールド式熔接棒

(1) の (1) 式及び (2) 式に於て F には f_i を増すことは今迄 t_i を殆んど一定と見て n_i を増すことに依らうと考へて來たのであるが、實は n_i と t_i との間には密接な關係がある。吾々が f_i を増す結局の目的は鑄着金屬量の増加にあるのであつて、その意味に於ては t_i の小なる熔接棒を使用した方が得策である。今電極棒の2系統なる瓦斯發生式とスラグシールド式との適正熔融時間を比較計測して見ると第4表に示す如くなる。

この兩者を比較検討して見ると各々利害得失があり、結局兩者併用が一番無難と思はれるが、地上組立作業に於てはスラグシールド式が有利と思はれる。

(7) 建造工程より見たる熔接工事

造船建造工程が比較的短期建造なる場合には
工事着手——起工——進水——引渡

の期間、毎日毎日の工事施行量を決定して確實にこの日程を實行し、止むを得ざる事情に依る工事遅延は最短時日でこれを取戻す方針をとるべきであるが、長期建造工程に於ては作業曲線を作製し、これに依つて建造工程を管理する場合、即ち搬入重量、加工重量、搭載重量、熔接長、鉸鉸數各曲線に依つて行ふとき熔接工事もこの熔接長豫定曲線に依つて工程管理を行ふ。

同型船第1船に於て正確な工事記録をとり作業曲線を作成し、これを理想的建造工程に合ふやうに修正して、必ず搭載重量、鉸鉸數と密接な關係

のあることを見出して、第2次豫定作業曲線を作成しなければならぬ。熔接長曲線の代りに熔接棒使用量曲線(熔着金屬量曲線)を使用して見たが、結果は同型船の實績で第5表に示す通りになる。

第5表 同型船熔接棒使用量調査記録

船名	熔接棒使用量 kg	使用工數	使用量/工數 kg	備考
No. 1	7,026	1,844	3.8	No. 1, 2 船は特別に熔接工事を増加せり
No. 2	6,886	1,811	3.8	
No. 3	5,350	1,753	3.1	
No. 4	5,872	1,800	3.3	
No. 5	5,711	1,850	3.1	

上表の結果によると同型船に於ても非常に熔着金屬量には差が生じて來るので、これをもつて熔接工程管理を行ふことは一つの目安にはなるが面白くなく、熔接長に依つて行ふのが矢張妥當であると思はれる。

熔着金屬量曲線が一つの目安になると云ふ理由は、この曲線と熔接長曲線とを併せて書きこれに熔接工數曲線を書入れて見ると分る。第6表は〇〇型船の熔接作業曲線を表はしたものである。

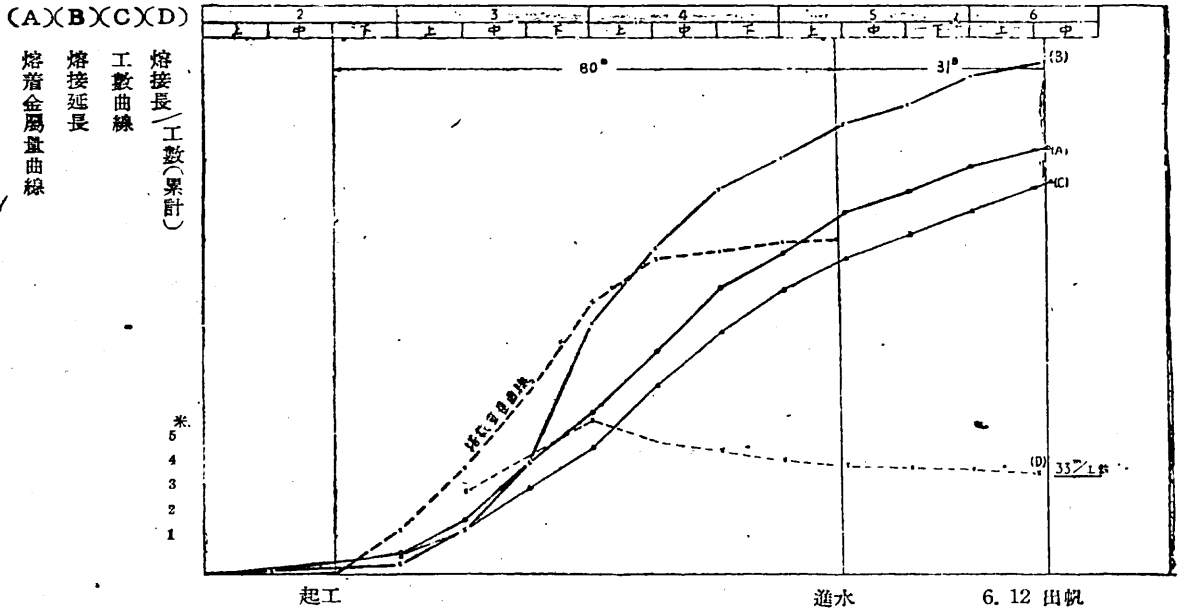
これより1工數當りの熔接長及び熔着金屬量従つて熔着金屬量 1kg 當りの熔接長を出して現場工事の作業種類と併せ考へることに依り(殊に鋼板の板厚)、工員の作業状態を調査し、又1工數當りの熔着金屬量と云ふものは殆んど一定せるもので、この値の極端な變化は何等か工事の尋常ならざる状態を示すものであることも考へられる。

殊にこの作業曲線は船毎に作成する他に外業地上組立場所は第2表に示せる各組立場毎に作業計

第4表 熔接棒1本當りの適正熔融時間

棒品名	徑 × 長 (m/m) (m/m)	適正熔融時間		時間比	作業時間 9時間	$f_i=35\%$ と假定したときの熔接棒使用量	
		瓦斯發生式	スラグシールド式			瓦斯發生式	スラグシールド式
○ 廠品	5m/m × 400m/m	1'-53"				96本	
イ # 2			1'-29"	75%			128本
サ # 2		1'-55"				98本	
イ # 2	4m/m × 400m/m		1'-22"	71%			138本
イ # 3			1'-15"	65%			151本
〇〇工業所	2.9m/m × 400m/m	1'-39"				114本	
イ # 1			1'-12"	73%			157本

第6表 ○○型船熔接作業曲線



【備考】(1) 1工数當り熔着金屬數 272kg.
 (2) 進水時延尺、867% (3) 進水時工數、815% (4) 大徑棒使用せず。

測をなし、組立場作業曲線を作成して外業管理を行つて行き度いと思ふ。

(8) 大徑棒熔接に就て

以上の如き熔接管理を行つて來て、1 熔接工數當りの熔着金屬量、または熔接長と云ふことは、從來の小徑熔接棒を(徑5耗以下)使用してゐる状態から得られる概念であるが、近頃大徑熔接棒が相當使用されるやうになつては、この概念を變へると云ふよりは寧ろ全然これを別箇に取扱はねばならぬのではないかと考へられる。

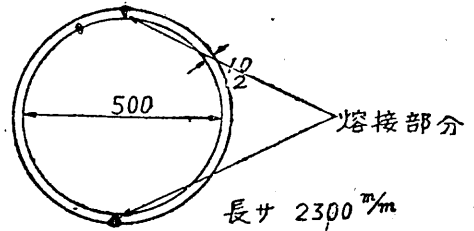
大徑棒熔接の具體的な方法その他に就ては、今迄相當の文献もあり發表もされて來て居るので、此處では記述を避けるが、要するにその利點は、

- (1) 熔接速度の飛躍的な増加
- (2) 熔接作業の簡易化、従つて熔接工員の短期養成の可能
- (3) 熔接電力の節約
- (4) 熔接工事の確實性
- (5) 歪の減少

等の諸點から見て、小徑棒に比して有利なる事は論を俟たぬ所であり、急速多量建造の叫ばれる現在、吾々はこれの使用範圍を何處まで推し擴め得るか、全熔接量の何%を占め得るか、また地上熔接量の何%を占め得るかと云ふことは實に興味ある問題であると思ふ。現在局部的な記録をとりつつあるが次に、その一、二の例を示す。

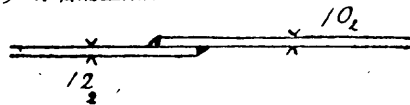
第7表 大徑熔接棒使用實例

(I) ○○臺支筒地上組立工事



- (a) 飯厚 10
- (b) 全長 2300m/m
- (c) 1層 使用棒 5m/mφ×490×6本、
1本の熔融時間 1分30秒
1層所用時間 11分20秒
- (d) 2層 使用棒 9.5m/mφ×1100m/m×1.5本
1本の熔融時間 5分10秒
2層所要時間 9分50秒
- (e) 熔接所要時間合計(準備時間も含む)
兩端熔接に要せし時間……1時間
- (f) 熔接工 青校二年生 2名
- (g) 同日此の工事に消費せし熔接棒數 2名にて
9.5m/mφ×1100m/m×40本

(II) 水密隔壁累熔接



夜勤8時間にて片面40m熔接す。

(以下778頁へ)

高速度電弧熔接法に就て

岡 本 越

緊迫せる重大時局の要請に應じ急速造船に對して電弧熔接の應用は日を逐ふて益々盛んならんとしてゐるが、特に高速度の自動或ひは半自動の電弧熔接の長所が認められるにつれ、如何にこれを造船造機に應用すべきかが熔接界最近の重要な問題の一つとなつた。手動と自動或は半自動との比較については茲に改めて詳述するまでもないが、最近熟練工の不足は手動熔接の質的低下を來し諸材料の材質の低下と共に熔接の信頼度を低下する傾向がある。自動或は半自動にありては従業者の熟練に俟つ所比較的少くその速度大にして均一なる結果が得られる。

アメリカの Callifornia Shipbuilding Corporation に於ては熔接を大量に採用してゐる。この造船所では 1 箇月に標準船を 20 隻建造してゐるが、1 隻の船殻に應用する熔接總延長は大略 77,800m で之を細分すれば下の如くなる。

鋼板工場	9,200m
組合工場	23,200m
下組合(ユニオンメルト)	10,000m
造船臺	32,400m
艤装場	3,000m

この造船所には 1,700m 基の手動熔接機があり、内 1,150 は單式可搬直流機で、550 は定電壓直流發電機 (1500 アンペア、64 ボルト) 21 基によつて供給される抵抗式熔接器である。尙この外にユニオンメルト熔接機が 19 基ある。而して熔接に従事する人員数は練習生 400 名を含めて總數 6,700 名である、又 21 箇月に養成する従業者數中面白い對照は熔接工 600 名に對し銲接工は 10 名であることである。

以上はアメリカに於ける一例に過ぎないのであるが、盟邦ドイツに於ても自動、手動共に相當廣範圍に使用されてゐる。

我國に於ては造船に對する熔接應用の歴史は相當古いのであるが、その發達は餘り華々しいものではなかつた。その原因は色々あらうが、兎に角餘り重用されなかつたが最近急速造船と資材の節約が叫ばれるやうになつてから、自動及半自動熔接が注目され又實際の作業に採り入れられて來た。所謂半自動熔接法としては以前から赤崎式あ

り、又近頃は吳船式或は横船式と稱するものがある。何れも大徑棒の比較的長いものに被覆を施したものを熔接線上に伏せ或はある傾斜を以つて置き、その一端より電弧を發生せしめ熔接棒の熔融と共に熔接は進行するので手動の必要なく、速度も大であるので今後應用増進の機運にあるが、本文に於てはその詳細は省略して以下少しく所謂ユニオンメルト法に就き述べて見よう。

この方法はアメリカの Union Carbide and Carbon Corporation によつて考案されたもので、ドイツでは Linde's Eismaschinen A. G. によつてエリラ法 (Ellira-Verfahren) の名により實施されてゐる。在來の自動熔接法の缺點としては、被覆棒を使用することは電流の導入が厄介な爲めに困難であつたが、この方法に於ては裸棒を使用し、熔劑は被覆とせず粉末狀にして棒の周圍に送り込む。熔接すべき鋼板を衝合せ、熔接棒との間に強大なる交流を通して棒先端を熔融して熔接を行ふものである。

この際熔劑送入口を通じて送り込まれる粉末狀熔劑は電流によつて發生する高熱の爲熔融状態となり棒先端より熔融移行する金屬を空中の酸素及び窒素より保護して酸化及び窒素化現象を防ぎ、熔滓の除去等、鋼の精鍊作用を併せ行ふ。故に熔劑の成分も製鋼爐に於て使用する熔劑と類似のもので、一例を挙げれば CaO 30%, MgO 12%, SiO_2 54%, Al_2O_3 4% の如き成分を有し之に少量の F_2Ca を加へたもので、この混合物を一度熔融し冷却後粉末にしたものを使用する。熔劑の熔融温度は 1300°C 位より始まり局部に於ける最高温度は 3000°C にも達するといはれる。熔融せる熔劑は熔着金屬の表面を掩ひ之を空氣より遮斷すると同時にその急冷をも防ぐガラス狀の脆きもので容易に除去し得られる。

熔接電流は交流を用ひ電弧熔接用變壓器によつて供給する。今板厚と電流、電壓 (棒と鋼板との間の電壓)、棒徑及び熔接速度等の關係を示せば下表の如くである。

熔接線の上に送入されたる粉末の大部分はその儘の状態で熔着金屬の上に残るから、これは吸取つて再び使用する。棒と鋼板との間に於て熔融狀

板厚 mm	熔接棒徑 mm	熔接電流 アンペア	電 壓 ボ ル ト	熔接速度 mm/min
5	5	575	36	840
10	6	1000	37	685
16	6	1250	38	480
22	8	1500	40	330
28	8	1650	41	255
38	10	2000	41	205
51	13	2900	42	150
64	13	3200	42	125

態にある熔劑は一種の電氣の導體になつてゐて、その有する電氣抵抗中を電流が通ることによつて熱を發生する。例へば 10mm の板の場合電流は 1000 アンペアで電壓は 37 ボルトであるから、37 キロワット(實際は之より少し少い)の電力が僅小なる體積中に熱となつて現れるから局部の温度が如何に高くなるか、又棒及び鋼板の熔融が速に行はれることを知るに足る。熱の發生が上述の如く純粹の抵抗によるものかは、外部からの觀察不可能の爲め不明であるが、電弧が發生してゐるのであるか、電弧が發生するとすれば、電流は一部は電弧中を、他は抵抗中を通ると見ねばならないが、之等の點に就ては尙研究の餘地がある。

熔接棒は相當の速度を以つて下方に繰り出され、鋼板との間の距離を一定に保つやうに小電動機によつて繰出速度が絶へず調節されてゐる。そしてこの小電動機つ速度は棒と鋼板間の電壓によつて制御され、距離が長くなつて電壓が上りかけると電動機つ速度が増加して距離を短くし、反對に距離が短くなつて電壓が減少すると電動機つ速度が減少して距離を長くする。かかる精密なる制御を行ふ爲めには放電管その他を含む稍々複雑なる装置を要することは勿論であるが、しかし、これによつて熔接棒の動作は全く自動的となり又棒自身は他の電動機によつて一定の速度を以つて鋼板の繼目に沿ふて進行する。

熔接部の機械的並びに冶金的諸性質に關しては、我國に於ては未だ見るべき發表はないが、アメリカ或はドイツに於ては十分満足すべき結果が得られると報告されてゐる。

電弧熔接を自動或は半自動化したものとしては上述の各種の方法の外に、アメリカに於ては主として G. E. ドイツに於ては A. E. G. 社によつて比較的細い棒或は被覆の線を使用する自動熔接機が造られ、我國に於ても數臺輸入されてゐる。これ等と全く趣を異にしてゐるものにアメリカのリ

ンコロン社製の自動炭素電弧熔接機がある。我國にも 10 年程前に二三臺輸入され水道鐵管等の製造に使用されたことがある。この熔接機は炭素電極と鋼板繼目との間に炭素電弧を發生せしめ、その高熱によつて繼目を熔融して熔接の目的を達するもので、炭素電極は絶へず回轉しながらその消耗するだけ下手に繰り出され電弧電壓即ち電弧長を一定にするやうに制御回路によつて調節せられる。電流には 500 乃至 800 アンペアの直流を使用しこの電流は専用の電動直流發電機によつて供給される。熔接装置は多くは小形のトラックに裝備され、このトラックがまた小電動機により一定速度で熔接線に沿ふて推進される。この自動機はアメリカに於ては鐵管の製造をはじめ各種工業に應用されてゐるやうであるが、我國に於ては臺數も少くまた鐵管の製造に短期間使用されたのに過ぎない。今後に於ける新たな應用を期待するものである。

(著者・東京帝國大學教授・工学博士)

編輯室より

▶ 神風特別攻撃隊の出撃は、蕭然われらの襟を正しめしむる。その心専や、まこと悠久の大義に生きる大和民族の象でなくてなんであらう。泰然として死地に赴く者、また地にひれ伏していつまでも、その行を見送り祈る者。これを知り、これを知つて、誰か宿敵殲滅皇國護持の決意に奮ひたたざる者があらうか。われら如何に粉骨碎身するも、顧て未だその足らざるを取つべきである。

▶ 今ぞ攻勢轉移の好機來る。しかし敵は一筋縴の者ではない。この手を絶対に緩めてはならぬ。

▲ 臺灣沖、比島沖、レイテ灣に相次ぐ大戦果の反面、我方の損害にも目を閉してはならない。戦艦一隻の建造に如何に多くの勞力と物資とが注ぎ込まれるかを思へば、ただ徒に戦果に酔ふてはをられぬ。このことは、造船界の我等こそ最もよく諳つてゐるはずだ。この手はめつたに緩められぬ。一機一隻、少しでも先に造つたものがこの戦争に勝つのだ。

▶ 本號は日本出版會の用紙重點助成による特輯號である。科學技術誌三百有餘の中から 11 誌が選ばれ、それぞれの職域に於て直接戦力増強を促進すべき企業によつて發行するものである。電氣熔接が、船舶建造の面に如何にとり入れられるかは刻下の緊急課題である。現場及び研究室より送り込まれた多くの記事が、直ちに我誌關係技術者の好資料となるだらうことを確信する。尙連載物は全部次號へ送らしていただいた。特輯號の使命を十二分に發揮したいとの考へからである。乞御諒恕。(土)

ユニオンメルトに就て

佐々木新太郎

1) はしがき

ユニオンメルトは米國の Union Carbide and Carbon Corporation の研究所で發明せられ、米國特許 2,048,960 に登録され、我國では昭和 12 年に特許 119,705 に登録されて居る。之が英國にも獨逸にも移入せられ、英國ではやはりユニオンメルトと稱せられ、獨逸ではエリラ法と云つて居る。我々も此方法の譲渡を必要と認め米國に交渉したのであつたが其時已に太平洋の波が荒れ出して居つたので、米國政府は之を日本に傳へる事を禁止した。之を見ても米國では本方法を如何に重要視してゐるかが知られるのである。我々も米國が教へぬとなれば我々の力で我國に本方法が出来る様にならねばならぬと云ふ氣が起る。そこでユニオンメルトに関する外國雑誌の文献を涉獵してユニオンメルトの實驗を始めた。此時に集めた文献及び之を基礎として實驗を行つた狀況は熔接協會誌、昭和 18 年 3 月號拙著「ユニオンメルトの實驗」に記してゐる。又山野井、黒川兩氏が熔接協會誌昭和 18 年 8 月號に「ユニオンメルト法に依る熔接部の機械的並びに冶金學的性質」としてユニオンメルトの一通りの實驗を終つた後に主題の實驗を行はれた結果を發表して居られる。ユニオンメルトを本文以上に知り度いと思はれる諸賢はこれ等を参照して貰ひ度い。

本方法の熔接速度は普通の手熔接の約 20 倍と稱せられて居る。然るに或人は斯かる高速度熔接は造船工事には適しないと云はれるので、我々が高速度熔接を造船工事に利用して大いに造船の増進に資し度いと考へてゐる矢先きを阻止された様に考へられるから敵米英が現在船の増産にユニオンメルトを如何に利用してゐるか、僅か一部の情報に過ぎないとは思ふが、夫れを紹介して高速度熔接が造船に利用出来ないと言ふ聲がどう云ふ所から起つたものかを明かにし、高速度熔接を船の増産に利用するには如何なる方針を採るべきかを考へて見たいと思ふ。

2) 米國に於ける實施例

米國の太平洋海岸にカルホルニヤ造船所と云ふ

のが戦争開始以後に新設され、一昨年 2 月から造船工事を開始した。此造船所は 2000 噸級と推察される自由型貨物船を 1 ヶ月に 20 隻作るとの目標で建設され、今日までに 500 隻の船を作つたと稱してゐる。此船の鋼板の接手は殆ど熔接で接がれてゐると考へられる。と云ふのは本造船所では 1 ヶ月に 1000 名の各種別の工員を養成して造船の増強に努力してゐるが、その中の 600 名は熔接工に養成し、鉸鉸工の養成は 1000 名中僅かに 10 名に過ぎないのである。此數字から見て造船には鉸鉸は殆ど利用されず、大部分が熔接で接がれてゐることが想像されるのである。而して鉸鉸は熔接の爲の假付に用ひられてゐるに過ぎないと考へられる。即ち鋼板と鋼板とを衝き合せた時に兩者の間の齟齬が大である時は無理な力を加へて兩者を引寄せて熔接出来る様に兩者の衝き合せを揃へなければならぬ。此無理をすることが普通に行うてゐる熔接の假付では出来ない。斯くの如き無理なことをする爲に鉸鉸を利用して假付をするのである。鉸鉸は假付に利用してゐると云ふ範圍に止つて、他は皆熔接で接がれてゐる。此熔接の中、出来る限りは地上に鋼板を列べて下向熔接で大きなものに纏める方針をとつてゐる。下向熔接出来るだけ採用する理由は鋼板を垂直に立てて之を垂直方向なり水平方向に熔接する能率に比べて下向熔接では 2 倍の能率を上げる事が出来るに依るものである。此中に下向熔接に限りユニオンメルトの利用が出来ると云ふ事も含まれてゐる。此理由の下で 1 隻の船の全熔接長さを 100% とすると其中の 54% は下向熔接で行つてゐる。更に之を内譯すれば 12% はユニオンメルトで行ひ、42% は手熔接で行つて居る。従つてカルホルニヤ造船所では 19 臺のユニオンメルト熔接機を備付けて居る。而して水平に寝てゐる鋼板に防撓材として型钢を隅肉熔接で垂直に熔接する事もユニオンメルトで行つて居る。斯うして外板は出来るだけ大きなものに下向熔接で纏め、船臺に運び肋骨に垂直に張り付け熔接する。隔壁は全面下向熔接で作つて船臺に運び垂直に兩舷の外板の間に嵌め込んで熔接する。船橋の如きも下向き熔接の出来る限りの大き迄筒筒かのブロックに分割して熔接し、

之を船臺に運んで組立て熔接をする。英國の例に依ると船橋の下向熔接はユニオンメルトで行ふて居る。

3) 英國に於ける實施例

次に英國の例を記す事にしよう。

英國では戦争開始後に於てグラスゴーで海軍省主催で熔接の長期講習會を開き、其中にユニオンメルトを一講座として加へて居る。此點から見ても英國も船の増産に熔接の重要性を認め且つ之にユニオンメルトの利用を重視して居る事が知られるのである。此ユニオンメルトの講演の一部を摘記する事にする。

英國がユニオンメルトを米國より輸入した直後に於ては蒸汽罐胴や化學工業用高壓容器の熔接にユニオンメルトを採用する事が出来たが、造船工事にユニオンメルトを利用する事が出来なかつた。夫れは造船工事にユニオンメルトを利用する爲には研究すべき幾多の難問題があつたからである。此研究に10年に近き歳月を費してゐる中に今回の戦争が勃發し船の増産に迫られユニオンメルトを造船工事に利用するに至つたと述べて居る。

英國に於けるユニオンメルト利用の經過を我々は注視しなければならぬ。何故に蒸汽罐胴や高壓容器には容易にユニオンメルトが利用され、造船工事には利用が躊躇されたかを考へなければならぬ。

蒸汽罐胴や高壓容器には嚴重な検査規定が設けられ出来上り後の形態の狂ひに對しても嚴格な制限を加へて居る。我國の汽罐熔接規格として機械學會及び熔接學會聯合で定められた案(米英も略々之と同様と考へられる)に依ると罐胴切斷面の圓の眞圓に對する狂ひは計畫直徑の $\pm 1.0\%$ 以下と定められて居る。此規格に對し筆者が實際に作つた熔接罐胴の計測結果は 0.15% 以下で出来上つて居つた。斯くの如く正確に出来上らなければならぬので製罐工事が終始丁寧に行はれ、罐胴長手方向の縦熔接線も一直線で水平方向に蛇行狀に曲つたり又垂直方向に波形狀の凸凹を生じると云ふ事は無い様にする事が出来る。従つて之にユニオンメルトを利用する事は實驗室でユニオンメルトの實驗を行へると同じ状態で行ふ事が出来るから此方面に對するユニオンメルトの利用は直ちに實現する事が出来たのである。ところが造船工事になると波狀に反つてゐる鋼板から出發して之を

切斷しV形開先の勾配を作り之を衝合せて熔接接手を作る迄の作業を通じて製罐工事の様には丁寧に行ふ事が出来ない。従つて熔接すべく出来上つた熔接線は水平方向には蛇行狀に曲り、垂直方向には波形狀に凸凹を生じる事は免れない。斯くの如き熔接線を、電弧の長さを一定に保持し乍ら一直線に高速度で走行するユニオンメルトで熔接する事は不可能である。造船工事の場合は、實驗室的に成功せりとするも之を直ちに現場に適用する事が出来ない。

4) 熔接専門家と造船専門家との提携が必要

以上が英國に於てユニオンメルトは製罐工事に容易に利用したが造船工事に利用するに至る迄には之れより遅れて數年間の考慮を要した所以である。斯く考へると造船工事にユニオンメルトを利用せんとするには鋼板の切斷より出發して熔接接手を作る迄の總ての作業を一貫して今迄とは改めユニオンメルト向きの作業方法に移る必要がある。英國が造船工事にユニオンメルトを利用するには幾多の研究問題があつたと稱せるは熔接機そのものの研究ではなく熔接接手を作る迄の準備工作に研究すべき問題があつたと解すべきである。

熔接専門家は餘りに熔接夫れ自身に熱中して他を省みないから折角優秀な熔接法が考案されても之を如何にすれば實際に應用し得るか其道を拓く事をなさない爲に此優秀な熔接法が闇に葬られると云ふ弊に陥り勝ちである。

筆者は云ふ、裁縫と云ふ言葉を想起せよと。反物から着物を作り上げるには反物を裁つて之を縫ひ上げる迄の技術を習得せねば着物は出来ない。これと同様に鋼板が與へられ之を製品とするには熔接する迄の準備工作、即ち裁の字に相當するものを完全にしてこそ熔接即ち「縫」の字に相當する作業が圓滑に行はれ、始めて立派な熔接製品が出来る。又優秀な熔接法の發明が出来れば、之を功果的な實績を擧げる様に導く事が出来るのである。

英國が造船工事にユニオンメルトを利用する迄に數年の考慮を費したと云ふは、裁縫の「裁」の方を忽せにして居つた結果であると想像される。夫れは米國の例に依つて明かである。米國でユニオンメルトが發明されて最初に實用に供せられたのは造船工事で、油槽船の建造に利用されたのである。即ち米國ではユニオンメルトの考案者が此裁縫の字に着目するを忘れず造船専門家と緊密に

協力研究したからこそ最初から造船工事に之を適用する事が出来たと解すべきである。

我々は此の事實に對して活眼を開いて正視しなければならぬ。我々がユニオンメルトを造船工事に利用せんとするに、幾多の難路に遭遇するであらう事は、上記の英國の例に依つて想像される。然し我々は必ず之を踏破せなければならぬ。何となれば、敵米英は既に之を踏破して居るからである。而して之を踏破する道を拓いて呉れる人は造船専門家である。熔接専門家は須く、造船専門家と協力提携して、造船専門家の意志を體得し之に精進すべきである。

5) ユニオンメルト法實施に關し留意すべき諸點

尙英國ではユニオンメルト熔接機を造船工事に適する様に幾分の改良を加へて居る様子である。ユニオンメルトの講演中に、熔接頭に振子運動を與へる様にして、熔接機を乗せる臺車が一直線に走るとは無關係に、熔接頭は熔接線の曲つた線に沿ふて走る事が出来ると記して居る。

熔接の準備工作でユニオンメルトが行ひ易い様に、出来るだけ熔接線が直線になる様に努めるが多少は曲線になる事は免れぬ。之を熔接機の方で補ふて多少の曲線が出来ても、ユニオンメルトが出来た様になし、準備工作法の改良と熔接機の改善と兩々相俟つて、ユニオンメルトを行ひ得る様にした事が推察されるのである。此事實も必要である事は云ふ迄も無い。

熔接頭の事は後に記すが、之は熔接機を走行せしむる臺車の上に乗せられて居て、臺車は一直線に走る様になつてゐる。

熔接頭は熔接棒を噛む齒車の回轉で、棒を母鋸の方に送り出す事をなすものであつて、齒車と之に回轉を與へる 16 分の 1 馬力位の小さな直流電動機とより成り、出来るだけ小柄で頑丈なものに作られて居るのである。此の熔接頭が臺車の上に立てられてゐる支柱に支へられて、振子運動即ち首振りが出来た様になつてゐる。熔接頭に案内用指針が固着して居て、此指針の先端には V 形の開先に嵌まる様なゲーヂが付けてあり、之れが開先き内に嵌まり込み乍ら熔接頭から送り出される熔接棒より先行する。熔接線が曲つて居れば、夫れに沿ふてゲーヂも曲つて走る爲に、指針は曲りの方向に傾斜する。指針が傾斜すると、熔接頭は夫れ

に應じ首を振つて熔接棒を傾斜せしめ、熔接棒の先端が曲つてゐる熔接線に沿つて開先に適合する様に走行する事が出来る。斯かる運行法を採つて居るのではないかと、講演の記事から想像されるのである。熔接線が垂直方向に波形状に凸凹を生ずる事も多少は免れる事は出来ないと考へなければならぬ。之に對しては電弧の長さを一定に保つ様に制御する装置を強力にすれば解決出来ると思ふ。

然し米、英に於ても造船工事にユニオンメルトを充分に利用する爲には、尙研究すべき問題が多く残されて居ると推定される。夫れを米國の例に就て考へて見る。カルホルニア造船所に於て、全熔接線の長さの中 54% は下向熔接で行つて、内譯 42% が手熔接で、ユニオンメルトで熔接せる長さは 12% となつてゐる。若しユニオンメルトが造船工事に支障なく充分に利用出来るものなれば、米國の如き工作の自動化に依つて、大量生産を圖る事に重點を置いて居る國柄としては、もつとユニオンメルトが利用されなければならぬ筈である。下向熔接に於ては、手熔接にて熔接せるよりユニオンメルトにて熔接せる割合の方が多いと云ふ結果を示すべきであると考へなければならぬ。然るに下向熔接に於て、手熔接の割合に比べてユニオンメルトで熔接せる割合が遙かに少いと云ふ事は、米國でもユニオンメルトを充分に利用する迄の域に達して居らず、今日準備工作に於て有利にユニオンメルトを利用し得る範圍に於て、少しでもユニオンメルトの恩恵に浴し、他の大部分は研究を積むに従ひ、利用上の支障を排して漸次其利用範圍を擴大せむとせる状態にあるものの如く推察されるのである。

ユニオンメルトの利用として、米國では鋼板に防撓材を熔接する隅肉熔接をなしてゐる事を記したが、之は熔接頭を 45° 傾斜せしめ、之に依つて熔接棒を 45° 傾斜せしめて熔接部に當て、隅肉熔接をなして居る。英國では甲板を梁の上に乗せて、甲板を梁に取付けるのにユニオンメルトを以て栓熔接をなして居る。此方法は甲板に鋸孔列の様に、或る間隔で栓熔接の孔を穿ち、此つ孔の中に鋼毛(鋼を纖維狀にして綿の如くにせるものを云ふ)を充填し、鋼毛中にユニオンメルトの熔接棒先端を挿入して熔接するのである。此方法に依ると 1 個の栓熔接をなすに 1 分間内外で出来て、鐵で甲板と梁とを絞めるよりも遙かに丈夫に出来る

と稱してゐる。

序に下向熔接で出来る限りの大きさのものに纏めると云ふ方針に附随して考へなければならぬ事を附記して置く。

一つは起重機の能力の大なるものを設備する事である。

大きなものに纏める程、重量が大となるのは當然である。此の重量の大になつたものを船臺に運んで、船に取付ける事の出来る起重機を必要とする。カルホルニア造船所では210噸の起重機を設備して居ると云ふ事である。然し一般には15噸乃至25噸位の重量のもの迄に下向熔接で纏めて居る様である。

次には熔接に依る歪を極力出さぬ様に努力して居る事である。澤山の接手を熔接して、一個のものに纏める結果、個々の箇所で発生した歪は小であつても、多數の箇所に出来たものが蓄積されるので、出来上つたもの全體の歪は非常に大きなものとなり、之を船體に取付ける事が出来ないと云ふ結果を生じる。故に之を防止する爲に充分な定盤を準備し、定盤に鋼板を抑制して歪を出さぬ様に熔接することにならなければならぬ。之を爲し得る丈の定盤を準備しなければならぬ。カルホルニア造船所では管を組ませて軽量で運搬の容易な定盤を多數に作つて居る模様である。

ユニオンメルトの構造を記す前に、之が考案されるに至る迄の経緯を記す事にする。

6) 自動熔接機の缺點

米國は、工作法の何れを問はず自動化して人力を節約し、以て大量生産を圖らむとする事は戦争開始以前の長き頃より考へられ、戦争の開始に依つてこの考へが益々拍車をかけられたと云ふ國柄である。

熔接も此撰に漏れず、早くより自動熔接機なるものは考案せられ、一時は雨後の筍の様に市場に姿を表はしたのである。然し之を購入して實用に供して見ると、何れも欠點を有して實用に適せざる事を發見し、引續き使用する價值なきを認め、折角購入せる工場も捨て、省みないと云ふ有様で、盛に市場に出た自動熔接機も、火の消えた様に市場から姿を消したのであつた。

此欠點と云ふのは、何れの自動熔接機にも共通のものであつて、次の2點に歸着する。

(1) 自動熔接機には被覆棒を用ひる事が出来

ぬ。裸棒でなければならぬ。従つて熔着鐵の不良となるを免れなかつた。

(2) 熔接電孤の長さを一定に保持する制御装置が不敏活なる爲に、制御が圓滑に行はれず、故障頻發して熔接中に熔接を中止し、之れが修整に時間と人力を要する事多く、自動熔接機としての眞價を發揮する事が出来なかつた。

以上の2點を少し詳しく説明する事にする。

熔接棒の先端が電孤で熔解されただけは、適當な方法で熔接棒を送り出して電孤の長さを一定に保持しなければならぬ。此の送り出しには熔接棒を齒車でしつかり噛んで、齒車を回轉せしめて行ふのである。それに被覆棒を用ひんとすると、被覆は粘土の塊つた様なものでしつかり噛む事が出来ないので、齒車が回轉しても棒は送り出されない。強ひて齒車でしつかり噛ませようとすると、被覆は剥奪されて被覆を塗つた事を無効にする。被覆の剥奪を防ぐ爲に、被覆の上にテープの如きものを捲いたものが出来たが、之亦軟いので齒車でしつかり噛む事が出来ないので、送り出しが圓滑に出来ない。結局自動熔接機で裸棒を用ひて送り出しを圓滑に行ふ事にし、熔接電孤の長さを一定にする事にせねばならぬと云ふ結論に達した。裸棒で熔接すると、被覆棒で熔接するとの優劣は、今更説明する迄もなく衆知の事實である。熔接は是非とも被覆棒を用ひなければならぬ。ところが自動熔接機では被覆棒を用ひる事が出来ないので、不良と信ぜられてゐる裸棒の熔接を行はねばならぬと云ふのが、熔接技術上から見た自動熔接機の大なる欠點である。

熔接棒先端は電孤で瞬間瞬間に熔解されてゐるが、此の熔解される量は色々な條件に支配されて、常に一定でない。これが一定でない事は、電孤の長さが常に變化する結果となる。長さの變化するのを制御して、常に電孤の長さを一定に保つ様にするのが、自動熔接機の生命とするところである。

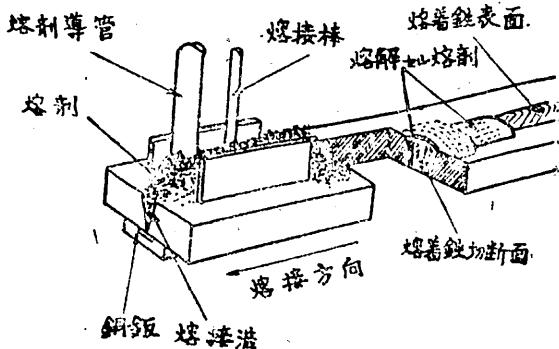
或る時に熔接棒の先端の熔解された量が、今迄より少くなつたとする。其時には電孤の長さは短くなる。夫れに拘らず棒を送り出す速度は、今迄と同様であるとすれば、棒の熔解される方からは電孤の長さを今迄より短くする事になつてゐるのに、棒を送り出す方は今迄と同じ速度で送り出して居るから電孤の長さを短くするのを助けてゐる事になる。之が進むと遂に棒と母鉄とが短絡して

電弧は消え、棒と母板とは膠着して熔接を中止せねばならぬ。斯くならぬ前に棒を送り出す速度を今迄より遅くして、電弧の長さの短くなりつつあるのを救済する様に制御しなければならぬ。又之とは反対に、棒の熔解される量が今迄より大になつたとすれば、電弧の長さは今迄よりは長くなる事になる。夫れにも拘らず棒を送り出す速度は今迄と同じであるとすれば、電弧の長さは益々長く延びて、或る長さ以上に延びると、電弧は消滅して熔接は中止される。斯くなる前に棒を送り出す速度を今迄より速かにして、電弧の長さの延びつつあるを救済する様に制御する必要がある。然し當時の自動熔接機では制御の作動が不敏活であつた爲に、制御作用が間に合はず、棒が母板に短絡するとか、電弧が消滅したりする事が多く、其の都度人力と時間とを費して之れを修整して、熔接を再出發せしめなければならなかつた。之を度々起す様では自動熔接機を用ひるよりも、手熔接でやつた方が熔接も速かに出来て、然も良好な熔接が出来ると云ふので、自動熔接機は無價値と評價されるに至つたのである。

斯くして自動熔接機は市場から姿を消すに至つたのである。然し之で自動熔接機の製作を断念したものではない。引き續き研究は續けられ、種々の考案も發表せられ、又專賣特許を獲得せるものも出たが、何れも上の欠點を完全に改良せるものでなく、又改良せるものもあつたが實用に供するには迂遠なものであつた。

7) ユニオンメルト法の構造及び特徴

ユニオンメルトは上記自動熔接機の二大欠點を見事に克服したので、米英及び獨に於て實用に供せられるに至つたものである。次にユニオンメルトの構造を記すと共に、如何にして従來の自動熔接機の欠點を克服したかを記す事にする。



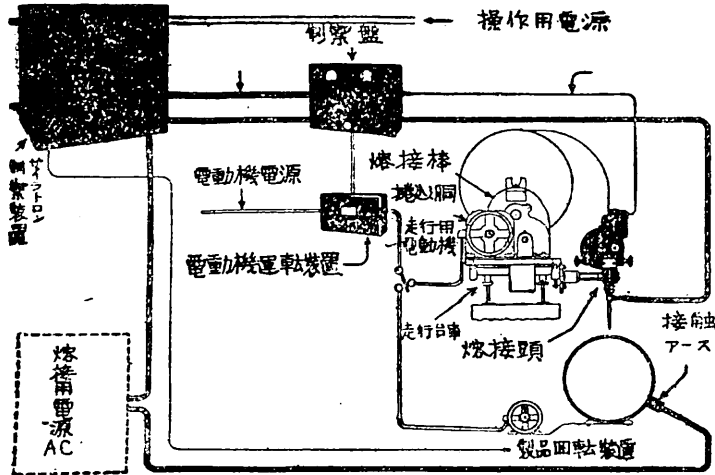
◇第1圖◇ ユニオンメルトの構造説明圖

第1圖はユニオンメルト法の構造の説明圖である。圖の左にある前半はユニオンメルトを行へる状態を示し、右の後半は熔接を終りたる後の状態を示してゐる。前半にてはV型接手を衝合せ底部裏面には銅帯を當てて居る。銅帯を當てるのは底部裏面を綺麗にするを目的としたものであるが、餘り有效でなく、實用に當つて之を行ふ事は煩雜である。筆者の方では現在のところ厚板にユニオンメルトを行ふ時は底部第一層だけを手熔接で行つて居る。

熔接棒に先行して、漏斗状の熔劑導管がV型開先の上に、熔劑を盛り上げて行く開先頂部の兩側に衝立の如くあるものは、熔劑を盛り上げるのを助けるものである。此熔劑の盛られた後を熔接棒が、其の先端を熔劑中に投入し乍ら走行し熔接をなすのである。電弧は熔劑中に作られるので、電弧の光は熔劑外に漏れない故に、一名無電弧熔接と名づけられてゐる。棒の送り出し速度を調節する爲には、上に記した様に裸棒である事を必要とするので裸棒を用ひてゐるが、斯の如く熔劑中で熔接する事にしたので、空氣と絶縁して熔接を行ふから、被覆棒で熔接したのと同一効果を擧げる事が出来る事になつて、従來の自動熔接機が裸棒で熔接をやつて居つたと云ふ第一の缺點を、克服する事が出来たのである。而して一回の走行で全厚味の熔接をなすので、手熔接で行へば何層かの熔着銲の層を繰返し重ねなければならぬのを、一層で全厚味の熔接を終るから、此點からも手熔接よりユニオンメルトの方が熔接が速かに出来る事になつてゐる。

第1圖後半の熔接後の状態を見るに、開先は全部熔着銲で充填せられ、其の上に熔劑が熔解されて鑄滓状になつたものが乗つてゐる。更に其の上には何等變化を受けない粉末状の熔劑が乗つて居る。之は再度使用する事が出来るので、眞空で吸ひ上げ熔劑導管の漏斗の中に戻し、再び使用し得る。

第2圖はユニオンメルトの全體的構造の略圖と、之れ等相互間の電氣的結線状態を示すものである。此中最もユニオンメルトの特徴として注目すべき點は、サイラトロン制御装置なるものを用ひて居る事である。従來の自動熔接機が不敏活なりし爲に、熔接途中屢々熔接を中絶せしめ、之れが爲めに自動熔接機を無價値と認定するに至らした事は、前に記した通りであるが、ユニオンメ



◇第2図◇ ユニオンメルトの電気配線と全體的構造の略圖

ルトではサイラトロン制御装置を採用して、制御作用を極めて敏活に行はしめ、熔接途中に於て熔接を中絶するが如き事の全然起らぬ様にした。これが従來の自動熔接機の第二の缺點を克服し、自動熔接機の改善に凱歌を擧げさせたもので、即ちユニオンメルトをして實用に供するに至らしたものである。

従來の自動熔接機の制御作用が何故に不敏活であつたかと云ふと、制御装置に電氣的關係以外に機械的機構を加味する事が多かつたからである。一例を示すと、熔接電流の回路の一部にコイルを設けて磁場を作り、此コイルの中に鐵棒を入れ、熔接電弧の長さの變化に依り、熔接電流が變化すると、コイルの作れる磁場の強さに變化が起り、其の中にある鐵棒を吸引する力に變動を生ずるので、鐵棒が熔接電流の變化に應じて上下運動を起す、即ちマグネチック・リレーの原則を利用したものである。此の鐵棒の運動を槓杆にて擴大し、擴大された側の先端を、熔接棒を送り出す原動力となる直流電動機の回路中にある電氣抵抗器に接觸せしめ、マグネチック・リレーの運動で抵抗を加減し、それによつて直流電動機の高轉數、即ち之に連る齒車の高轉數を増減せしめて、熔接棒の送り出し速度を熔接電弧の長さの變化に對應して調整し、以て熔接電弧の長さを一定に保持せしめて居る。之に依つて見るも、制御装置に相當な機械的機構が加味されて居る事が知られる。機械的機構なるものは、今迄の運動の隋性及び各所に存在する摩擦に打ち勝つて、新しい運動に移らなければならぬ。此の隋性及び摩擦に打ち勝つ爲に或

る時間を費さねばならぬ。故に新しい運動を起す迄に之れだけの時間の消費を必要とするので、夫れだけ制御に敏活を缺く事となり、前に記した様に屢々熔接途中に熔接を中絶せられ、自動熔接機の無價値なるを認定さるに至つたのである。ユニオンメルトのサイラトロン制御装置では、全然機械的機構を排除し、全部電氣的に制御する事にしたので極めて制御が敏活に行はれ、熔接途中に熔接を中絶する事無きに至らしめる様になつたのである。次にサイラトロン制御装置の要點を記す。

8) サイラトロン制御装置の要點

サイラトロン制御装置は熔接電流と平行に連結されて居る。之は熔接電流の回路中に制御装置を列に入れる事にすると、制御装置そのものに強電流が流れて電氣的の制御が困難となるから熔接電流に平行に制御装置を連結して、弱電流で電氣的の制御の目的を達せんとせるものである。平行に連結されて居るから、制御装置に來たるものは熔接電弧の長さの變化を、電弧電壓の變化としたものである。熔接棒の送り出し速度の加減をなすには、従來の自動熔接機同様に熔接棒を噛む齒車の高轉數を、之に連結せる直流發動機の高轉數を増減せしめる事に依つて加減する様になつてゐるから、電弧電壓の變化として受取れるものを電流の變化に變更せしめるとともに、熔接電流は交流であるから制御装置にも交流が來てをる故に、之を直流電動機に送る爲には、交流を直流に整流する必要がある。此の二つの仕事をサイラトロン制御装置で電氣的に行ふ事になる。即ちサイラトロン電氣弁で電壓の變化を電流の變化に轉換せしめ、真空管で交流を直流に整流すると云ふのが、サイラトロン制御装置の要點である。筆者の所で作つたサイラトロン制御装置の作動狀態を確かめる爲に、熔接棒送り出し用直流電動機の電流の變化と、熔接電弧の負荷電壓の變化とをオシログラフに撮つて比較調査せるに、電動機の電流變化が0.8~1.0 アンペアなるに對し、電弧の負荷電壓の變化は31~33 ボルトであつた。即ち負荷電壓、換言すれば電弧の長さは略一定に保たれて居る事が明かとなり、所期の目的を達せる事を確か

める事が出来たのである。

サイラトロン制御装置の説明は之で終り、全體の装置の配置を記す事にする。

9) ユニオンメルト法による工事及びその實例

第2圖は罐の縦接手を行ふ時の有様を示したものである。電源に繋れた回路中に切換スイッチが置かれてある。熔接を始める前に罐胴をローラーの上に寄せ、ローラーを回轉せしむる發動機に電流を送つて罐胴を任意に回轉せしめ、罐胴の熔接線と熔接機の熔接棒の運行方向とを一致せしめる。此の調節を終つた所で電流を熔接機に送る様にスイッチを切り換へる。走行臺車が熔接線に沿うて運行し、熔接を行ふものであるが、走行臺車に乗れるものは熔接頭と、熔接頭に送る熔接棒を捲ける胴體並に走行臺車を運轉する交流電動機とである。また熔接頭は熔接棒を噛む齒車と之に連結せる直流電動機とより成り、サイラトロン制御装置に制御されて棒の送り出し速度を加減するもので、臺車に立てる支柱に取り付けられて振子運動即ち首振り運動をなし得るやうに作られ、多少曲つて居る熔接線の熔接も可能となし、熔接棒を45°傾けて垂直面と水平面との隅肉熔接も出来る様になつてゐる事は前に記せる如くである。之に直流電動機を用ひてゐるのは、電流の變化にて回轉數を變化せしめる事が鋭敏に行はれるからである。熔接頭は小柄で頑丈なる事を必要條件としてゐる。

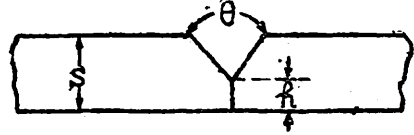
サイラトロン制御装置は、臺車に乗せず別個に置いて、臺車に乗れる熔接頭とは導線で連結せる場合もあり、又臺車に乗せて熔接頭と共に走行せしめる様にした場合もある。

之はユニオンメルトの用途如何に依つて、何れを採用するかが決定されるべきものである。

操作盤は走行臺車の起動、停止及び熔接電流の開閉等ボタンを押して行ふもので、臺車と別個に作られて居つて、臺車とは導線で連結されて居る。

ユニオンメルトは熔接される鋼の厚味 (s) に應じ開先の角度 (θ)、肩 (h)、熔接棒徑、熔接棒消費量、熔接電流、熔接負荷電壓及び熔接速度等が變化される事は云ふ迄もない。その一例を示すと次表の如くである。

ユニオンメルトに用ひる熔剤に如何なるものを用ひるか、此の配合成分に就ては筆者はもつと研



母鋼の厚味 耗	肩 耗	角度	熔接棒 徑	熔接棒 消費量 耗/米	電流 A.	電壓 V.	熔接速度 耗/分
5	3	60	5	0.195	575	36	840
8	3	60	6	0.450	900	36	735
10	3	60	6	0.525	1000	37	685
16	3	45	6	0.870	1250	38	480
22	3	40	8	1.425	1500	40	330
28	3	30	8	1.875	1650	41	255
32	3	30	8	2.400	1700	41	225
38	3	30	10	3.000	2000	41	205
51	3	30	13	5.550	2900	42	150
61	3	27	13	8.700	3200	42	125

究せねばならぬと考へてゐるが、今のところ拙速を尙ぶ意味で米國の特許公告に發表せるものを僅かに改良して用ひてゐる。

米國特許 2,403,960 に示せるものは次の如くである。

配合成分	I	II	III	IV
CaO	29.5	31.24	29.18	40.12
MgO	8.7	11.01	8.26	0.87
SiO ₂	56.4	52.40	57.48	52.94
Al ₂ O ₃	5.4	4.11	4.86	5.80
Fe ₂ O ₃	僅少	0.13	0.24	0.23

筆者は II を適當と認め、之に螢石 6.0%、フェロマンガ 10% を加へたものを用ひてゐる。

此の熔剤を用ひて作られた試験片の機械的性質の試験結果は次の如くである。

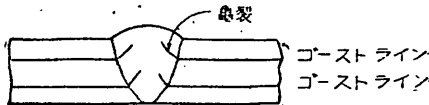
試験種類	引 張 試 験					
試験片種類	接手試験片		熔 金 試 験 片			
試験種目	抗張力 kg/平方寸	破斷位 置	抗張力 kg/平方寸	降伏點 kg/平方寸	伸%	絞%
熔接の儘	49.0	厚鋼	46.9	32.5	38.6	57.7
	49.5	"	46.3	30.3	34.3	61.6
630°C に焼鈍	45.7	"	48.1	33.2	34.3	57.9
	46.2	"	47.1	32.3	37.7	64.0
1級熔接 棒規格	41 以上	—	41 以上	—	32 以上	—

試験種類	屈曲試験		アイゾット衝撃値		比重
試験片種類	接手試験片		接手試験片		熔金試験片
試験種目	屈曲延伸率%	屈曲角度	二番 距米	熔着鐵 中央 距米	
熔接の儘	55.0	180° 裂 疵ヲ生 ゼズ	8.4	8.2	7.82~
	55.0	〃	11.2	8.1	7.83
630°C	56.8	〃	12.9	6.3	
焼 鈍	58.3	〃	12.3	6.5	
1級熔接棒 規格	180° 屈曲、裂 疵ヲ生 ゼズ		熔接ノ儘 8.0 以上		7.80 以上

以上の結果を見るに、1級熔接棒の規格に合格して居る。故に充分使用するに足ることは明かであるが、筆者としては目下一つの難関に遭遇してゐる。

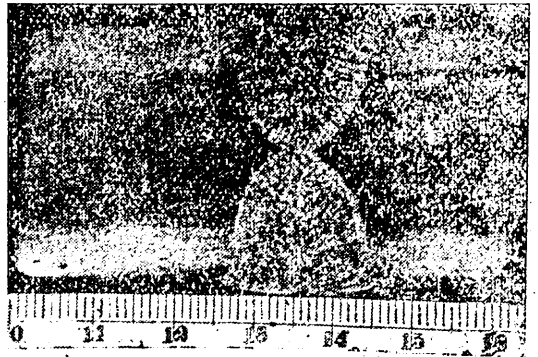
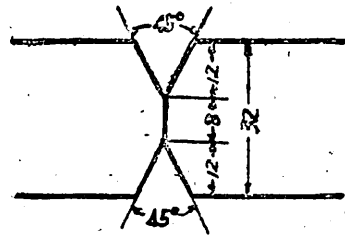
10) 現段階に於て講究すべき一課題

近年の鋼鉄の硫黄含有量は日増しに増加してゐる。それも鋼鉄全體に平均して分散して居るなれば別に困らないのであるが、鋼塊を鑄造する時に硫黄が鋼塊の一部に集結せられ、鋼塊を軋に壓延する時に、硫黄の集團も延ばされて軋中に層状となつて介在する事になる。軋の切斷面に於ては此層が線として表れるから、之をゴースト・ライン



と云つて居る。此ゴースト・ラインの甚だしいものはユニオンメルトで熔接すると、圖の如くゴースト・ラインの延長上の熔着鐵に龜裂を生ずるのである。普通の手熔接ではゴースト・ラインが存在して居つても、熔着鐵に斯くの如き龜裂を生じないから、ゴースト・ラインの存在も問題にならぬが、ユニオンメルトでは龜裂を生ずるので、ゴースト・ラインの存在が問題となるのである。

何故に、ゴースト・ラインが存在すれば手熔接では龜裂を生じないのにユニオンメルトでは龜裂を生ずるかを考へなければならぬ。手熔接では、電弧の熱で母鉄が熔解される熔着鐵中に融合される所謂熔け込みなるものの深さは浅く、此の深さは熔接の條件で一定しないが、1~2耗位のものである。此の熔け込みが浅いから、母鉄のゴースト・ラインが熔着鐵に影響を與へる迄に至らぬ。ところがユニオンメルトでは第3圖に示す様に熔け込



◇第3圖◇ ユニオンメルトの熔接前の開先の形と熔接後の熔着鐵の切斷面

みが深い。

第3圖上に熔接前のX形開先の形状を示し、同下に熔接後の熔着鐵切斷面を示してゐる。此の兩者を比較するに熔接前にX形の示す空間の面積に比し、熔接後熔着鐵の切斷面の面積が餘程大となつてゐる。開先の空間は熔接棒の熔解せるものが充填して熔着鐵を作つてゐると考ふべきものであるが、之れ以上に廣く熔着鐵となつてゐる部分は、母鉄が熔解せられ熔接棒の熔けたものと融合して熔着鐵を作つてゐる部分と考へられる。切斷面に於ける熔着鐵の全面積を100%と考へ、X形空間の面積を熔接棒が熔解されて熔着鐵を作つた面積となし、夫れ以外の熔着鐵面積は母鉄が熔解されて熔着鐵を作つた面積となして、兩者の面積の割合を比較すると、母鉄が熔解されて熔着鐵を作つてゐる面積が60%、熔接棒が熔けて熔着鐵を作つてゐる面積が40%となり、母鉄が熔解されて熔着鐵を作つてゐる量の方が多いと云ふ結果になるのである。斯くの如く熔け込みが深いから、母鉄のゴースト・ラインの影響を熔着鐵が蒙る事となり、手熔接では母鉄にゴースト・ラインが出て居つても熔着鐵に龜裂を生ずる事なく、ユニオンメルトでは母鉄にゴーストラインの甚だしいものが表れると熔着鐵に龜裂を生ずる事になるのである。

熔着鐵として熔解されたものが冷却して固化する迄の時間は熔接の場合には短い。故に母鉄が熔

解されて固化する間に、ゴースト・ライン中の硫黄が熔體中に擴散分布して硫黄の集結を破ると云ふ餘裕がない。故に元來の硫黄の集結せるゴースト・ラインの狀況は、熔着鐵中に熔け込みの狀態となつてからも維持される。之れが固化後に熔着鐵が收縮を始め、收縮力が起ると硫黄の集結せる所は他の部分より龜裂を生じ易いので、軋に表れるゴースト・ラインの延長上の熔着鐵に龜裂を生じるに至るのである。

軋に表はれるゴースト・ラインは軋面に平行して水平に表れてゐる。しかし熔着鐵に表れる龜裂は軋のゴースト・ラインに連続して居るが、水平で無く傾斜して居る。之は熔着鐵が熔解せる間に對流にて、熔着鐵を浮き上らさうとする流れを生ずるので、硫黄の集團も浮き上つて傾斜せられる。之れと同時に熔着鐵の冷却は母軋との境界面より冷却を始め、境界面に直角の方向に冷却が進む。従つて熔着鐵が固熔體より結晶を作るのも最初冷却する熔着鐵と母軋との境界面に芽を發し、冷却の方向、即ち境界面に直角の方向に、樹枝が發育する様に結晶軸が樹枝狀に發達して、所謂樹枝狀組織を作る。恰も森林の如くに境界面に直角の方向に結晶軸が林立した形の組織を呈する。此の時硫黄を多く含める部分は他のものが固化する最後迄固化せず固熔體として殘存するので樹枝狀結

晶を作つて固化する組織の外側へ外側へと絞り出されて、最後に相隣に樹枝狀結晶の境に硫黄の多いものが集結せられ、此所にて固化を始めるのである。此の關係からも硫黄は境界面に垂直な冷却方向に集まる事になる。硫黄の多い所以外は已に固化して收縮を始めて居るのに、硫黄の集結せる所は最後に固化するので、未だ固化して居らぬ事になるから、他の部分の收縮力で未だ固化して居らぬ硫黄の集結部に龜裂を生ずる事になる。斯くの如くして熔着鐵に生ずる龜裂は傾斜せる方向に生ずる事になる。

近來の鋼に硫黄含有量が増す事は、製鐵製鋼の資材の關係から止むを得ないと察せられるから、斯くの如き龜裂を生じ易い鋼軋にはユニオンメルトを行はないと云ふのでは、今日ユニオンメルトを施すべき鋼軋は無い事となり、折角のユニオンメルトも葬られる事になる。故に上の如きゴースト・ラインを有する鋼軋に對しても、ユニオンメルトを龜裂發生の恐れなからしめて施行し得る様になすべく、我々は責務を與へられて居ると考へなければならぬ。

斯く考へて目下、此の方面に研究を進めて居る。之が筆者の關係せるユニオンメルトの現段階である。

(重工業省工業研究所)

英盟に於ける直流および交流熔接機の購入

英國では昨年、工業用電氣裝置指導委員會、機械工具管理會及び補給省が、直流熔接機に關する三者の政策を明らかにするため、すべての直流熔接機の購入に對して認可證を要する旨の聲明書を發した。一般に、右認可證は下のやうな場合に限つて與へられる。即ち、

- (1) 直流セットを必要とする工事が、交流熔接では満足に遂行し得ない場合、
 - (2) 止むを得ない場合には交流を追加しても、交流熔接工場で遂行し得る工事から融通して、他の直流セットを利用することが不可能な場合、
 - (3) 機關によつて驅動されるセットが、持ち運びのためか或ひは電氣の供給がないために必要缺くべからざる場合、
 - (4) 合理的に利用し得る唯一の電氣の供給が直流である場合、
- 等である。その他の場合にはすべて、直流電動機及び發電機の生産能力が窮乏で、直流機による外止むを得ない極めて重要な要求に對して保留して置く必要があるので、交流熔接機を使用しなければならぬことになつた。

これに就いて英誌は、交流機の採用によつて、危急にある材料および構成部分のみならず生産に要する勞力に於て、直流機に比して、實質的な節約をなし得るといつてゐる。

更にまた、交流機の運轉費は、電動發電機の効率に比して變壓器の効率の方が高いために、直流機の運轉費より低廉である。運轉手の多數な直流セットは、直接抵抗に於ける損失がそれだけ多いので尙不利であるなどと、都合のいい事ばかり並べてゐる。

また、保存費および破損の可能性も亦直流よりも交流の場合の方が安い、少いとも言つてゐる。それに、英國規格第 1,071 號の採用によつて行はれた標準の結果、造船および重構造工業に對する高速、深透熔接その他の近代的要求に適する多數運轉手用の交流セットが供給される事になつたさうである。英國規格第 1,071 號を作製した英國各種標準協會の委員會に代理者を出席せしめた労働省會社電氣上級検査官は、電弧熔接 (arc welding) のために 100 ボルトの開路の使用を認めたと言はれる。

この施策が直流熔接機に對する適用に關して工業用電氣裝置指導委員會によつて採用されることになると、引續いて機械工具管理會の電弧熔接及び電極顧問會、海軍省、および補給省熔接顧問部との協議が行はれるのである。

不必要な適用を避けるために、上記指導委員會は直流機に對する申込みが、本文の最初の項に列擧された條件に添ふ充分な具申がなければ提出されないやうに望んでゐると、英誌は報じてゐる。

強電流によるI型接手熔接

山内俊平

内容梗概

I型接手熔接に於ける接手の形状は、直角にガス又はシャー切断の儘とし、その接手間隙はなるべく密着せしめる。現場に於ては0~2mm位になるであらう。

熔接方法は従來の熔接方法に大體似てゐるが、異なる点を列挙すれば次の様な點である。

1. 電流——熔接棒徑を d mm とするとき約 $60\sim 70d$ アンペヤー
2. 板に對する熔接棒の傾き——直角
3. 運棒——ストレイトビード
4. 熔接棒の移動——熔接棒の熔融速度の約2.5倍

熔接ビードの速度は $30\sim 40$ m/hr、1枚の板の熔接完成速度は $15\sim 20$ m/hr となる。

所要電力量は板厚によつて異なるが、従來の手熔接のものに較べて $1/3\sim 1/4$ 、傾斜式又は平置式熔接方法に較べて約半減する。

熔接棒所要量も従來の熔接法に較べて約半減する。

熔接接手がガス又はシャー切断の儘であるため内業加工が著しく節減出来る。

熔接部の機械的性質は引張力で 40 kg/mm^2 以上にはなるが、伸に於て現在の實驗では $10\sim 12\%$ (G.L. 25 m/m) 位しか出てゐない。せめて $14\sim 15\%$ 位迄確實に出せるやう、目下熔接棒、被覆劑其他に就いて研究を進めてゐる。

本熔接方法は非常に手軽で、極く簡単に現場に使用出来、而も上述のやうな利點が考へられるので、今一步機械的性質を改良することが出来れば甚だ時局向な熔接方法であると信ずる。

(1) 前 言

本稿の主題は、目下實驗中のものであり、未だ發表の時期ではないが、現戦局下些かでも戦力増強になる手段として之を早く發表し、衆知を集めて、若し實用可能となれば、一日も早く之を利用すればよいと考へたので、本誌熔接特輯號の紙上を拜借し、諸賢の御叱正を希ふ次第である。

(2) 熔 接 方 法

開先はI型接手で、板はガスで切つてもシャーで切つてもよい。接手間隙は出来るだけ密着せしめる。現場に於ては $0\sim 2$ mm 位の間隙となるであらう。之を板の喰ひ違ひがない様に假付する。

熔接棒は現在スラッグシールド式熔接棒を使用して實驗してゐるが、今後この被覆劑の研究に重點を置く要があると思ふ。

使用電流は熔接棒徑を d mm とすると $60d$ アンペヤー乃至 $70d$ アンペヤーを使用する。即ち 10 mm 徑の熔接棒なれば 600 アンペヤー乃至 700 アンペヤーの電流である。従來の小徑熔接棒による手熔接に於ては 30 乃至 $40d$ アンペヤー、傾斜式熔接法では約 $40d$ アンペヤー、平置式熔接法では約 $50d$ アンペヤーなるに較べると相當の高電流である。

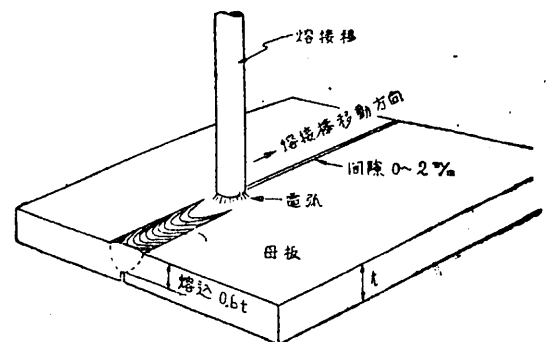
母板に對する熔接棒の傾は直角で、母板と熔接棒とは、適當のギャップをつける(第1圖参照)。

熔接棒は熔接棒の熔融速度の約2.5倍の速度で熔接線に添つて移動させる。即ち熔接棒が 100 mm 熔ける間に熔接棒は熔接線に添つて、約 250 mm 移動することになる。

(3) 熔 接 實 驗 記 録

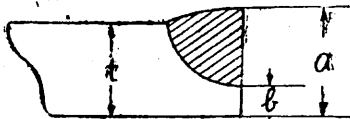
第1表は $8\sim 12$ mm のI型接手鋼板を 9 mm 熔接棒で熔接をした場合の電流、熔接ビードの速度、熔接棒の移動速度、熔込等を計測した記録である。

第2表は $13\sim 15$ mm のI型接手鋼板を 13 mm 熔接棒で熔接をした場合の電流、熔接ビードの速度、熔接棒の移動速度、熔込等を計測した記録である。

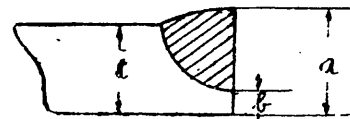


第1圖 I型接手の熔接法

第 1 表 9mm 熔接棒による I 型接手熔接の記録

板厚 (mm)	電流 (アンペアー) A	熔接長 (mm) l_1	熔接時間 (秒)	熔接ビード速度 (m/hr)	熔融熔接棒長 (mm) l_2	l_1/l_2	b (mm)	熔込 (mm) $t-b$	熔込 (%)	a (mm)	肉盛高 (mm) $a-t$	ビード巾 (mm)
8	40 dA	290	43	24.26	143	2.03	4.0	4.0	50.0	10.5	2.5	19
	50 "	280	30	33.60	90	3.11	3.5	4.5	56.2	10.5	2.5	12
9	40 "	280	60	16.75	180	1.56	5.0	4.0	44.4	12.0	3.0	18
	50 "	270	35	27.00	150	1.80	4.5	4.5	50.0	11.0	2.0	14
	60 "	280	28	36.00	120	2.33	3.5	5.5	61.0	11.5	2.5	14
	70 "	290	23	45.50	90	3.22	3.5	5.5	61.0	10.5	1.5	11
10	40 "	280	60	16.75	165	1.75	7.0	3.0	30.0	12.0	2.0	19
	50 "	275	55	13.00	175	1.57	5.0	5.0	50.0	12.0	2.0	22
	60 "	275	28	35.30	110	2.50	4.0	6.0	60.0	11.5	1.5	15
	70 "	265	22	43.20	92	2.83	3.5	6.5	65.0	12.0	2.0	13.5
11	50 "	285	71	14.43	230	1.24	7.0	3.0	27.4	14.0	3.0	24
	65 "	275	40	24.75	160	1.72	4.0	6.0	54.5	13.0	2.2	19
	70 "	280	25	40.20	130	2.16	4.0	7.0	63.6	13.0	2.2	13
12	50 "	280	49	20.30	160	1.75	7.0	5.0	41.7	14.0	2.0	24
	60 "	275	30	30.00	125	2.38	4.0	8.0	66.7	13.0	1.0	19
	70 "	280	27	37.20	115	2.44	4.5	7.5	62.5	13.5	1.5	12
備考	1. 熔接棒径=9mm=d											
	2. 											

第 2 表 13mm 熔接棒による I 型接手熔接の記録

板厚 (mm) t	電流 (アンペアー) A	熔接長 (mm) l_1	熔接時間 (秒)	熔接ビード速度 (m/hr)	熔融熔接棒長 (mm) l_2	l_1/l_2	b (mm)	熔込 (mm) $t-b$	熔込 (%)	a (mm)	肉盛高 (mm) $a-t$	ビード巾 (mm)
13	50 dA	270	21	46.2	80	3.38	6.0	7.0	53.8	14	1.0	15
	60 "	250	20	44.8	85	2.94	4.0	9.0	69.2	15	2.0	14
	70 "	280	23	43.8	94	2.98	3.5	9.5	73.0	14	1.0	16
14	50 "	275	25	39.5	90	3.05	6.5	7.5	53.5	15	1.0	16
	60 "	270	25	38.8	105	2.57	6.5	7.5	53.5	16	2.0	17
	70 "	265	25	38.0	112	2.26	3.5	11.5	82.2	15	1.0	20
15	50 "	280	30	33.6	109	2.57	7.0	8.0	53.3	17	2.0	23
	60 "	280	28	36.0	110	2.54	7.0	8.0	53.3	17.5	2.5	20
	70 "	275	26	38.0	120	2.18	6.5	8.5	56.7	18	3.0	21
備考	1. 熔接棒径=13mm=d											
	2. 											

第3表は 9~12mm の I 型接手鋼板を 9mm 熔接棒、60d アンペアーにて鋼板の表裏両面より熔接した場合の記録である。

第1表乃至第3表記載の記録は手熔接によつて最も好適なビードの表面を作することを主眼として熔接を行つた時の記録であつて、手熔接であるがため、その記録にも幾らか斑があるが、大體次の

事項が認められる。

1. 熔込 60% を得るためには 60~70d アンペアーの電流を要する。
2. 熔接ビードの速さは電流 60~70d アンペアーに於て 30~40 m/hr 程度である。
3. l_1/l_2 は電流 60~70d アンペアー附近に於て棒径に関係なく 2.5 程度である。

第3表 9mm 熔接棒、60d アンペアーに於けるI型接手表裏両面の熔接記録

熔接面	板厚 (mm)	熔接長 l_1 (mm)	熔接時間 (秒)	熔接ビード速度 (m/hr)	熔融熔接棒長 l_2 (mm)	l_1/l_2	ビード巾 (mm)
表	9	275	23	42.85	100	2.75	12
	10	265	25	38.15	112	2.33	13
	11	270	25	38.30	98	2.76	14
	12	275	24	41.15	102	2.71	14
裏	9	275	32	30.90	134	2.06	16
	10	275	27	36.50	104	2.66	14
	11	275	22	44.90	92	3.00	11.5
	12	275	33	30.00	126	3.18	18

4. 熔接棒径と板厚との関係は

$$d = (0.75 \sim 1.0)t$$

位の間は熔接可能であるが、 $d = 0.8t$ 程度が最も好調である。

5. 実験記録が少く確言を憚るが、板厚 15mm 程度迄はI型接手表裏は可能である。

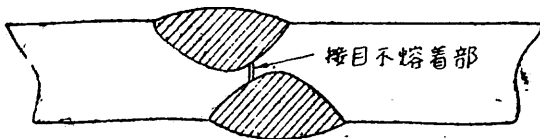
(4) 熔接部の機械的性質

第3表により熔接せられた鋼板を臨時海軍規格船體部軟鋼用被覆電弧熔接棒の試験規定により、引張試験を行つてみた。第4表はその結果である。

第4表 I型接手表裏の引張試験結果

板厚 (mm)	引張力 kg/mm^2	平均引張力 kg/mm^2	伸(G.L. 25mm) (mm)	伸 %	平均伸 %
9	40.02	46.15	2.5	10	11.3
	47.70		3.0	12	
	50.37		3.0	12	
10	39.30	40.36	2.5	10	7.3
	44.20		1.5	6	
	37.60		1.5	6	
11	59.80	45.40	2.0	8	9.0
	31.00		2.5	10	
12	41.50	35.65	2.5	10	10.0
	29.80		2.5	10	

るが、表中引張力 $40 kg/mm^2$ 以下のものは概ね熔接棒の中心が接目を外れてゐたため、第2圖に示す様に接手の内部に接目の不熔着部分が残つて

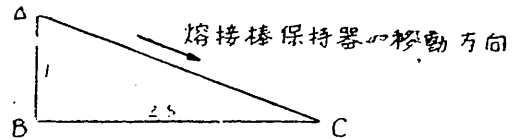


第2圖 熔接棒の中心が熔接線の中心を外れたために生じた接目不熔着部の缺陷

ゐた、即ちI型接手表裏には手熔接ではかかる缺陷を生ずる虞がある故、熔接棒保持器をガイドに添はすことが必要である。又伸に就いては、傾斜式或は平置式熔接法に於ては 10~15% 程度で、之に較べると些か劣つてゐるので、これに就いては今後被覆剤の改良、其の他に尙研究を要し、現状の成績では高級熔接にはI型接手表裏を利用することは避けねばならぬ。

(5) 熔接棒保持器

前述の様にI型接手表裏はこれを手熔接で行へば、第2圖に示した様な缺陷が生じ易いので、ガイドを有する熔接棒保持器を使用したがい。



第3圖

尙熔接棒の径に關せず、熔接棒の移動速度が熔接棒の熔融速度の約 2.5 倍であるといふことは第3圖の直角三角形に於て $\frac{AB}{BC} = \frac{1}{2.5}$ なるとき熔接棒保持器を AC に添つて電弧を一定に保ちながら移動すれば、自ら適切な熔接棒の移動速度を得られる事になる譯である。寫眞は此の原理を應用して作つた熔接棒保持器の一例である。

(6) 熔接速度及び電力所要量

第5圖は鋼板 1m を熔接完成に要する各種熔接の所要時間を示し、第6圖は鋼板 1m を熔接



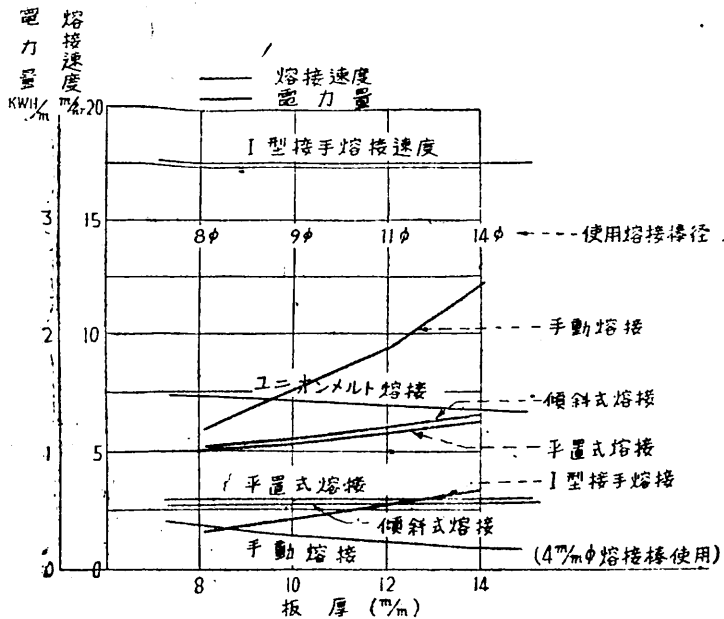
第4圖 I型接手表裏に於ける熔接棒保持器の一例

板厚 t	溶接方法	アークビード 所要時間(分)	〃	〃	〃	裏面	合計所要時間(分)
8	手溶接	10 (4)	15 (4)			7 (4)	32
	傾斜式	10 (4)	5 (8)			7 (4)	22
	平置き式	10 (4)	3.7 (8)			7 (4)	20.7
	ユニオンメルト	1.4 (6)				7 (4)	8.4
	I接手溶接	1.7 (3)				1.7 (3)	3.4
10	手溶接	10 (4)	10 (8)	15 (4)		7 (4)	42
	傾斜式	10 (4)	5 (9)			7 (4)	22
	平置き式	10 (4)	3.7 (9)			7 (4)	20.7
	ユニオンメルト	1.5 (6)				7 (4)	8.5
	I接手溶接	1.7 (9)				1.7 (9)	3.4
12	手溶接	10 (4)	15 (11)	20 (4)		7 (4)	52
	傾斜式	10 (4)	5 (11)			7 (4)	22
	平置き式	10 (4)	3.7 (11)			7 (4)	20.7
	ユニオンメルト						
	I接手溶接	1.7 (11)				1.7 (11)	3.4
14	手溶接	10 (4)	15 (4)	15 (4)	20 (5)	7 (4)	67
	傾斜式	10 (4)	5 (13)			7 (4)	22
	平置き式	10 (4)	3.7 (13)			7 (4)	20.7
	ユニオンメルト	2 (6)				7 (4)	9
	I接手溶接	1.7 (13)				1.7 (13)	3.4

第5図 鋼板 1m 溶接完成に要する各種溶接法の所要時間 (括弧内は使用棒径を示す)

完成に要する各種溶接法の溶接速度及び所要電力量を示す。

此の兩表より、溶接ビードの速度は速くとも、速度の遅い小径溶接棒を一部使用して溶接を完成する溶接方法は、溶接完成の速度が著しく低下するといふことが知られる。注目すべきことである。第6圖中ユニオンメルト溶接法の速度の遅い理由は、裏面溶接を手溶接する場合の記録であるからである。即ち溶接速度に於ても電力使用量に於ても、I型接手溶接は他の溶接法に較べて、格段に有利であると云ふことが出来る。



第6図 鋼板 1m 溶接完成に要する各種溶接法の溶接速度及び所要電力量比較

7) 結 言

實驗を始めてから未だ日淺く

結論を得る資料に乏しいが、I型接手溶接に於て考へられる利點と缺點を擧げてみる。

先づ利點としては

1. 鋼板はガス又はシャープにて切放しでよい。このことは内業加工工程を著しく簡易化することが出来る。
2. 更に之に板の重ね切断を実施すれば、罫書、孔明等の作業も簡易化することが出来る。
3. 裏面溶接のため裏面開先削は不要となる。

4. 溶接速度は著しく増大する。
5. 1~4 項により内業加工工程を短縮する外、工員數の節約にもなる。
6. 單位溶接長に對する所要電力量が少い。
7. 溶接棒の消費量は約半減する。
8. 以上の諸點より工事經費の節減大なり。
9. 手軽に、而も何處でも、又明日からでも利用出来ること云ふ點が時局向である。

(以下 778 頁に)

新しき圓板式電弧熔接法

美馬源次郎

1. 緒言

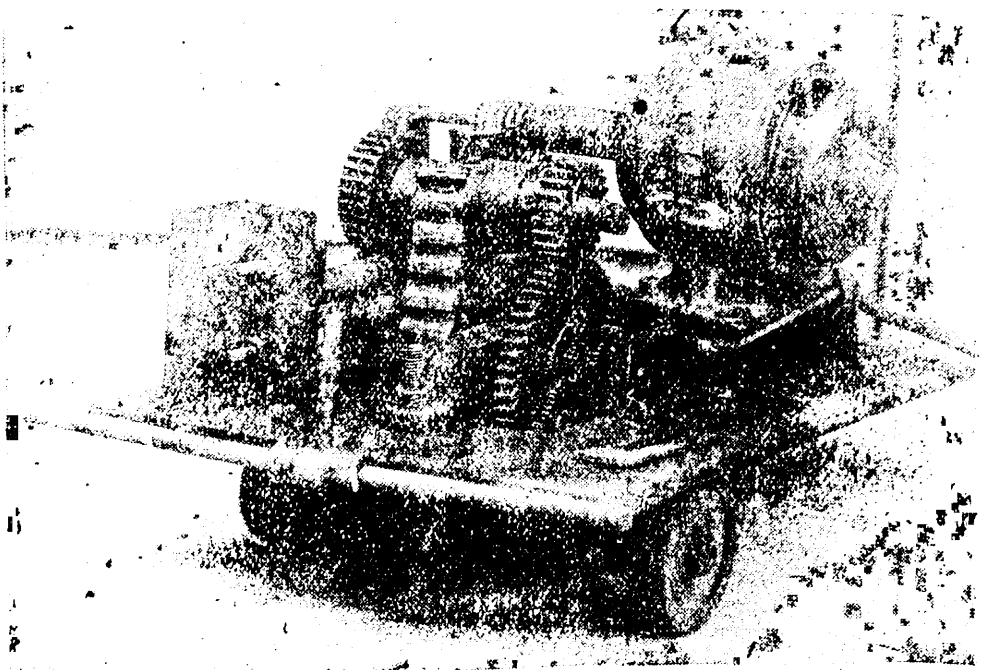
従来行はれてゐる金屬電弧熔接方法の様式は非常に多いが、何れの方法に於ても例外なく充填用電極には總て所謂熔接棒を使用してゐる。ところがこの熔接棒は、その直径の小さいものは比較的簡単に自動熔接に使用し得るが、最近一般に用ひられようとしてゐる所謂大徑熔接棒に至つては、普通の自動熔接機で簡単に取扱ふことが不可能である。現在のところ大徑熔接棒の使用に適する熔接方法としては、赤崎式或は吳船式熔接法、この外横濱船渠の熔接法があるが、これは吳船式熔接器の連接桿の運動経路を一部改變したもので、吳船式と殆ど同様)等がある。然し乍ら、これらの熔接に使用される熔接棒の長さは、實際上種々制約されて、相當長く見ても約5mである。ところが今回筆者が考案した新しき熔接方法に於ては、所謂熔接棒は全く使用せず、これに代ふるに圓形熔接板(特許申告番號 7117 號)を用ひて熔接を行ふものである。これによる熔接は手動熔接も可能であるが、その目的とするところは、大徑熔接棒に匹敵する熔接を、従來の熔接器よりもより多く

(長く)連続的に自動熔接を行ふことにある。この熔接法による熔接研究は目下種々研究中にて資料は尙不充分であるが、簡単に實用に供し得ることのみは確實となつたため、熔接能力の急増に迫られつつある現況に鑑み、敢へて茲に報告することとした。

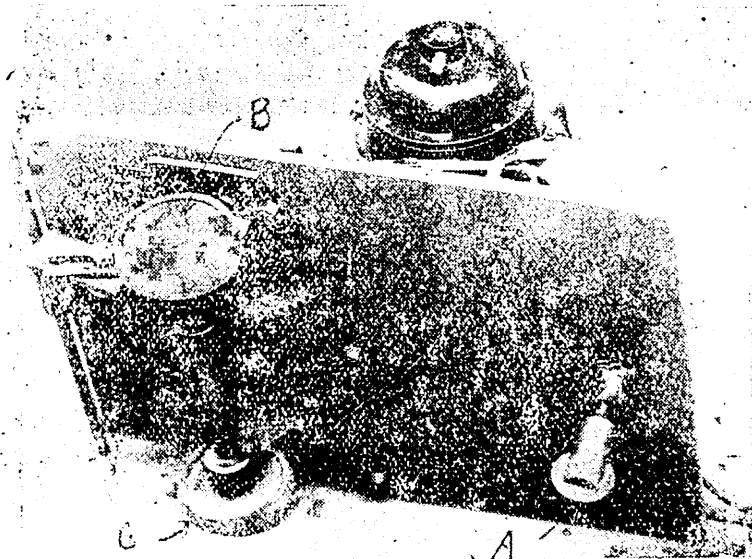
以下簡単に本熔接機の構造、熔接方法及びこの方法にて行つたV型接手の一、二の實驗結果に就いて説明する。

2. 熔接機の構造及び熔接方法

本自動熔接機の構造は至つて簡単で、圓形熔接板と線速度が一定なる熔接板牽引装置とよりなる。熔接板を動かす装置は第1圖に示す如く(牽引の場合も後押しの場合も同様)、大きさ約300×400mmの平板の上部に電動機(整流子電動機が都合良し)と、齒車を組合せて作つた減速装置とを設け、蓋の下側には前方中央に互に垂直な二つの軸の周りに、自由に回轉し得る滑車A(第2圖参照)を、又その後部に電動機、減速装置(デフレンシャル・ギア)を設備すれば曲線熔接接手も充分熔接し得る)を経て同一直線上に廻轉し得る主動車B、Cを設置してゐる。今前方の滑車を熔接接手の溝に入れてこの熔接機を運轉すれば、牽引車は熔接線上を任意の定速度で運行し、これに引かれる熔接板は恰も地均しするローラーの如く、熔接線上を牽引車と同一速度で廻轉し乍ら前進する。次に熔接板の取付けであるが、これ



◇ 第 1 圖 ◇



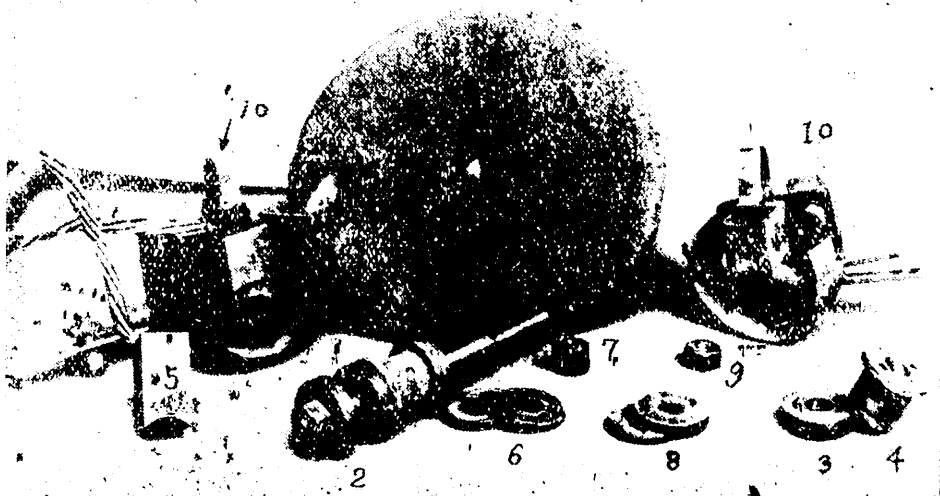
◇ 第 2 圖 ◇

弧は熔接板と被熔接物との接觸點の方に自然に移動し、接觸點より發生點の側に少し寄つた箇所であつて暫く連続的(安定)に發生する。電弧がこの點に移動した時に電動機のスィッチを入れ、牽引車を運轉せしむれば、電弧は被熔接物と熔接板との接觸點に近い箇所に殆ど一定に保持せられ乍ら熔接板は順次に一定の寸法だけ(大體熔接板の厚さに等しい様であるが、未だ種々の厚さのものに就いては尙明らかでない)溶融し乍ら接手は自動的に順次熔接される。

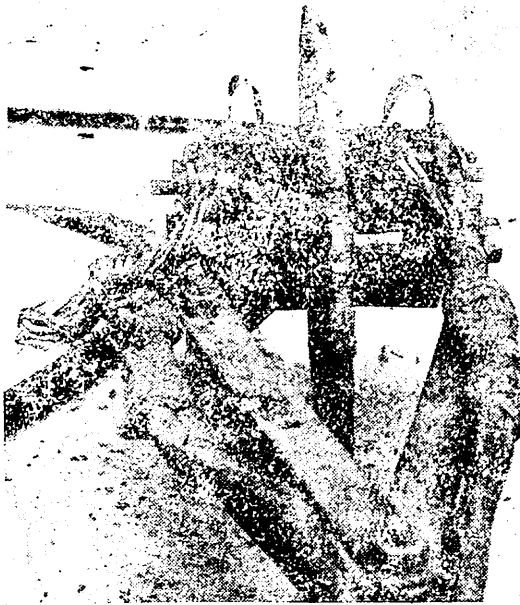
は第3圖(1)に示す如き熔接板中央の孔を同圖(2)に示す如き段付きの心棒を通しワッシャー(3)及びナット(4)にて充分締め付け、次に(6)、(7)及び(8)の順に心棒を通し、ナット(9)にて締める。次に給電装置であるが、これは2個或はそれ以上(容量によつて1個でも差支へない)の金屬或は炭素製ブラツシュ(第3圖5)、締め付けナット(4)及びワッシャー(3)を経て熔接板に給電する。従つて熔接電流は、熔接板及びその心棒の廻轉には無關係に常に一樣に供給されるのである。心棒に熔接板及ブラツシュを取付けた状態は第4圖(次頁)の如くである。最後に熔接方法であるが、電弧を發生せしむるには、先づ熔接板外周の被覆劑の一部を除去し、熔接板と被熔接物との間に比較的細い金屬或は炭素棒を挿入して熔接回路を短絡したる後、直ちにこれを取除けて電弧を發生せしむれば、電

3. 本熔接法によつて行つた V 型熔接の一例

この圓形熔接板による電弧熔接に必須なることは、熔接板と被熔接材との接觸部が、常に電氣的に絶縁状態即ち常に熔接板の圓周(金屬)が外部に露れないやうにすることである。換言すれば熔接板は熔融後鑄滓となつて、その表面を包封する如き被覆劑を塗布する。或は熔接板に先行して絶縁性の被覆劑を熔接部に或る厚さに散布する。或はまた熔接板に先行して薄い石綿テープ、紙テープ等を裸接部に敷けばその目的を達することが出来る。熔接板と被熔接物とが短絡しない様に被覆劑を散布すれば、裸熔接板を使用しても交流で熔



◇ 第 3 圖 ◇ (圖中の數字は 1. (寫眞中央の圓板) 熔接板 2. 心棒 3. ワッシャー 4. 熔接板締め付ナット 5. ブラツシュ 6 及び 8. ベークライト製ワッシャー 9. ナット 10. ブラツシュ・ホルダーを示す)



◇ 第 4 圖 ◇

接することは充分可能である。

自分の處では遺憾乍ら自分の欲する整流子モーター、齒車等を入手することが困難であつたため、電氣ドリル、その他の古機械部分品を寄せ集めて、第1圖に示した様な實驗に間に合ふ程度の簡単な熔接機を組立てた。即ち牽引車の發動機としては $1/10$ HP の單相交流モーターを使用し、(前述の如く回轉數を自由に變化し得る整流子モーターを使用することが最も便利である。又自動瓦斯切斷機を流用することが出来れば好都合である。) シングル・スレツドのウオーム2個と齒數 51, 31 のウオーム・ホキールとによつてその回轉數を1分間約1回轉に落し、次に4枚の齒車よりなるス



◇ 第 5 圖 ◇

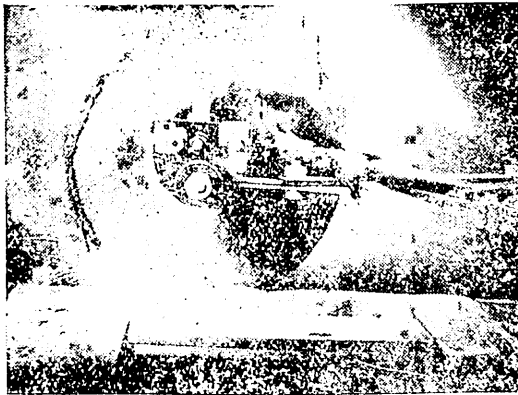
パー・ギヤ・トレインによつて、主動車の線速度が約 120 mm/mi 程度になる様にその直徑を定めた。主動車は厚さ約 15 mm とし、面には中高に少し勾配を付け、有り合せの厚さ 5 mm のゴム輪をかぶせて、外徑が約 80 mm になる様にした。このゴム輪はネヂ釘にて車の本體に3箇所にて締付けた。デフイレンシャル・ギア-の製作は本實驗には間に合はなかつたため、主動車にこれを取り付けることは斷念した。従つて本牽引車は直線的な進路のみしか熔接することが出来ない。以上説明した様に、本實驗に使用した牽引車は不十分なものであるが、併し本熔接方法が實用化し得るものか否かを確める程度の装置としては先づ充分である。又本實驗の最初の中は、熔接板の兩側に断面 $(25 \times 25) \text{ mm}$ の炭素製ブラツシュを各々1箇宛取付けて給電したが、併しブラツシュが往々過熱されるために途中より同一寸法の銅製ブラツシュに替へた。(このブラツシュの寸法は熔接電流に對しては小さすぎる) 又實驗に使用した被覆熔接板は、厚さ 5.8 mm 、直徑 300 mm の軟鋼板に、厚さ約 2 mm に藤1號被覆劑を塗布して製作した。被熔接材としては $(9 \times 250 \times 150) \text{ mm}$ の軟鋼板を使用して、V型及びX型の熔接を行つて見た。又熔接方法としては、被覆熔接板を用ひてそのまま熔接する方法と、熔接線上に豫め被覆劑の粉末を厚さ約 6 mm 、幅 30 mm に散布して置き、その上より熔接を行ふ方法との二通りに就いて實驗を試みた。熔接板及び母板の化學組成は第1表の如くである。

第1表 化學組成

材料	成分 炭素	珪素	マンガン	燐	硫黄
熔接板	0.20	0.03	0.33	0.042	0.060
母板	0.24	0.20	1.11	0.05	0.04



◇ 第 6 圖 ◇



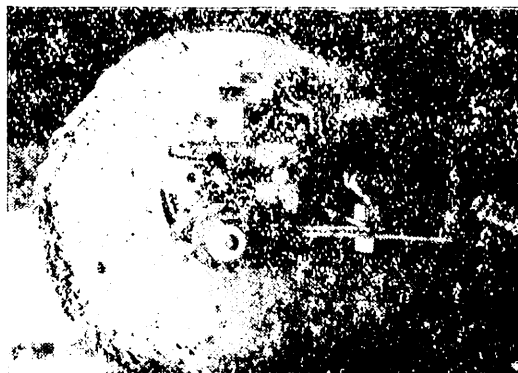
◇ 第 7 圖 ◇

4. 實驗結果

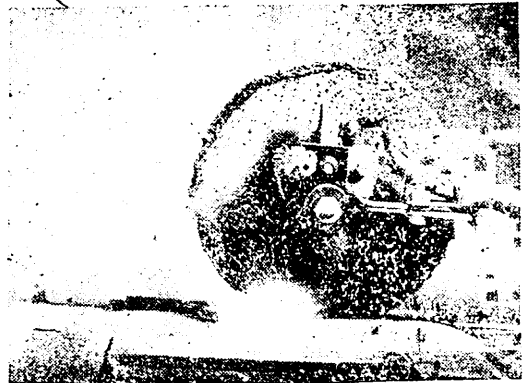
本稿は熔接の方法、熔接の難易及び熔接時に認められる諸現象の中で實用に際して直接關係する事象のみを主體として報告することとし、熔接板及び被覆劑の化學組成に著るしく關係する接手の機械的性質に關する比較研究並びに熔接速度と熔接電流、熔接板の厚さとの關係等に關する研究は、牽引車の變速裝置の完成、實驗後公表したい。

第 5, 第 6 圖は被覆劑を散布しないで被覆熔接板を以て熔接を行つた場合の電弧の状態を示すもので、何れの寫眞にも見られる様に相當激しい電弧を發生する。第 5 圖は新しい熔接板で、第 6 圖は既に 3 回轉目即ち熔接板の周圍が既に約 12 mm 熔融した後の熔接板にて熔接を行つてゐる状態を示すものである。

次に第 7, 8 圖は熔接線上に散布した被覆劑の上より熔接を行つてゐる状態を示す。これらの場合に於ては前記第 5, 6 圖に示した場合に比し、外部に漏れる電弧の光は著しく弱い。また散布する被覆劑の珪酸度を増加すれば、弧光は外部に漏洩することなく、全くシールドすることが出来る。



◇ 第 9 圖 ◇



◇ 第 8 圖 ◇

被覆劑を散布して熔接を行つた時には、第 9 圖に示す熔接板の下部半分に見られる様に、熔接板熔接部の外周には、鏽滓及びスパッターが相當附着するが、被覆劑を散布せずに熔接すれば、同圖上半分に示す如く、鏽滓の飛沫等は殆ど附着しない、又被覆劑を散布して熔接する場合の熔融状態は明瞭でないが、被覆劑の無い場合のそれは第 10 圖に示す如き状態にて熔融の進行することが明らかに認められる。即ち電弧は殆ど接點に發生する。次にその V 型熔接のビード表面の一例を示せば第 11 圖に示す通りで、その表面は比較的綺麗に出來上る。又熔融後の熔接板の形狀は、電弧をスタートする時さへ注意すれば、第 9 圖に見られる如く、熔融後に於ても殆ど完全な圓形となる。即ち 1 回轉の熔接後は、厚さの約 2 倍だけの小さい直徑の圓板となり、第 2 回轉目以後に於ても第 1 回目と全く同様に熔接を行ふことができる。又本熔接に於ては、熔接板は常に熔接線上に乗つてゐる爲、熔接熱の爲に被熔接物が歪んで凹凸ができて、熔接板はその凹凸に順應して上下し乍ら、熔接は凹凸の無い場合と同様に行はれる。

次に上記熔接時の電弧電壓は大體第 2 表の如く



◇ 第 10 圖 ◇



◇ 第 11 圖 ◇

第 2 表 電弧電圧の一例

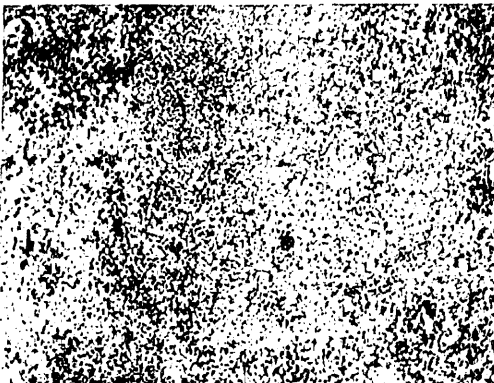
接件無負荷	溶 接 時 の 電 圧		溶接電流
被覆劑散布 藤1號藤2號	60	30, 33, 34, 34, 35, 23, 29, 30, 28, 36, 23	325
	61	23, 25, 26, 27, 26, 23, 26, 26, 25, 24, 23, 25	同上
被覆劑散布 せず	60	23, 25, 30, 28, 25, 25, 26, 27, 25, 23, 22, 20	同上
	60	24, 21, 20, 20, 20, 19, 19, 23, 20, 21	同上

備考 電圧は總て 10 秒毎に測定する。

◇ 第 12 圖 ◇



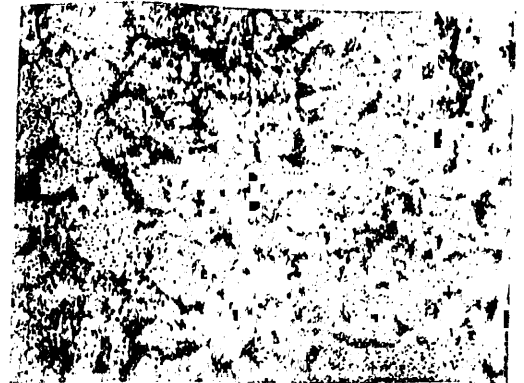
No. 1 ×100



No. 3 ×100



No. 2 ×100



No. 4 ×600

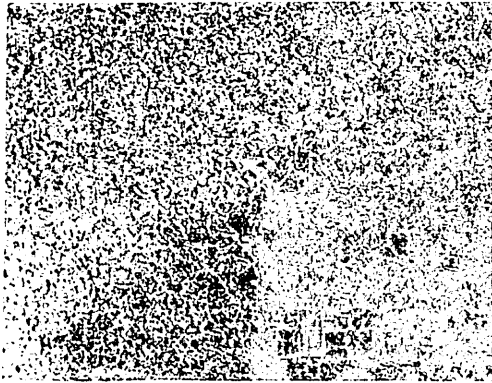
で、被覆劑を散布して溶接した場合と、被覆劑を散布せず溶接した場合との間には、殆ど變化は認められない。(藤1號被覆劑を散布して後溶接した場合の値が少し高い様にも見える。)

上記の如く溶接したものを幅約70mmに瓦斯切断し、その兩側をそれぞれ約15mm宛、又溶接部は板の厚さに等しく切削して、大きさ約(9×40×250)mmの短冊型引張試験片を作り、抗張試験を行つた。その結果は第3表の如くである。

第 3 表

溶接方法	試験番號	σ_B	δ	備 考
被覆劑を散布せざるもの	1	47.40	8.0	V型にて溶接したる後、表面に小V型を作り再び溶接する。X型として表裏各1回宛溶接。
	2	50.74	4.0	
藤1號を散布し溶接を行ふ		36.05	9.2	同上
		36.36	6.0	
		42.4	8.0	同上

溶接時の溶込みは被覆劑の種類に著しく影響されるため、一般的には言へないが、本被覆劑を使



No. 5 ×100



No. 6 ×100

用した普通の手溶接のものと比較して差異は認められない。

次に前記試験板(1)の溶接部の検鏡結果の一例を示せば、第12圖の如くである。No. 1, 2はそれぞれ母板及び溶接板の組織で、No. 3, 4は表溶着鋼(第1層目)の組織を示し、No. 5はその溶着鋼と母板部との境界を示す。又No. 6, 7は裏面溶接部及び境界部の顯微鏡組織を示す。これらの組織を見るに、従來のそれと殆ど差異は認められない。寧ろ上部の溶接による下層溶着鋼の組織の微細化は、従來のそれよりも著しい様である。



No. 7 ×100

5. 結 言

以上要するに、本實驗結果より考ふれば、本溶接方法は地上溶接方法として充分利用價值あるものと判定することが出来る。

又本溶接法に使用する溶接板は、鑄鋼品にて充分であるから、必要な化學組成のものを簡単に製作することが出来る。

尙本自動溶接機の特徴を列挙すれば次の如くである。

1. 溶接電弧は自然的に安定なる長さにも保たれるため、従來の自動溶接機に必要欠くべからざる複雑な電弧長さの調節装置は不要となる。従つて機械の構造は至極簡單となり、素人工員にて簡單に取扱ひ得る。

2. 圓形溶接板は鑄造のまま使用し得るため、従來の電極棒に比べて製作に要する時間は著しく短縮される。又従來の電極棒に比べて壓延の引抜工程が全く省略されるため、その價格も著しく低廉となる。尙又、冷水引抜作業の困難なる如き化學組成の電極板も容易に製作し得る。

3. 溶接機の構造上電極板の厚さは自由に選定

し得るため、従來の自動溶接機に於て使用困難なる如き大徑溶接棒に相當する溶接も容易に行ふことが出来る。

4. 豫め溶接部に被覆劑を多量に撒布し、大電流にて溶接することによつて、その溶接速度を著しく増加することができる。

(筆者・藤永正雄船所研究部員)

船舶試驗所研究報告 第6號

船舶試驗所が最近に於ける研究結果を綜合編纂した「研究報告・第6號」が出来、本社より發賣中である。1000部限定出版であるから御希望の方は至急申込まれたい。(賣價5圓80錢、送料30錢)尙内容は次の通り。
 ◇軌條高低記錄器及び其の結果(研野) ◇4翼廣幅型推進器の單獨試驗(土田) ◇木材の嵌合接合に就て(大江) ◇木釘用材及び木釘に就て(大江・金子・安部) ◇木船肋骨彎曲部材の實驗的研究(菅・大江) ◇船試型救命具に就て(五十嵐) ◇半無限體が帶狀に均一分布荷重を受ける場合の應力に就て(小林) ◇無水砲球機關によるターペン油及びガソリン試験試驗(如) ◇試作代用鑄鐵種に就て(江口)

双極式電弧熔接

大西 巖

1. 緒言

熔接機の不足は各方面に於ける共通の悩みであり、各種高能率熔接方法の研究と共に熔接機の能率的な使用方法に對する研究も亦必要である。

本文は電弧熔接機の高能率的使用方法の一にして、現在使用されてゐる普通の交流電弧熔接機を何等の改造を施さず其の儘使用して、從來の約2倍の熔着金屬量を得んとする方法に就てである。

今假りにこれを双極式電弧熔接法と稱して置く。

2. 双極式熔接の要點

此の方法の外見を一言にして述べると、2本の炭素電極間に生ずる電弧熱を利用して熔接を行ふ所謂複極式或は双極式炭素電弧熔接に於ける炭素電極棒を2本の金屬熔接棒に置き換へた様なものである。

從來の金屬電弧熔接は第1圖(A)の如く、熔接機2次側電纜の一方を金屬熔接棒に接続し、他方を被熔接金屬即ち母材に接続し、母材と熔接棒との間に電弧を發生せしめ、此の電弧の高温度を利用して兩金屬を融合し、母材を接合せしめるのである。筆者の方法は第1圖(B)の如く、兩端共熔接棒に接続し、母材には何等の結線を行はない。而して此の場合の熔接電流は兩方の電弧を通じて流れることになる。これを第1圖(C)或は(D)に示す如く、2本の熔接棒を接近せしめ、1

箇所に熔着金屬を置くやうにして熔接を行ふのである。

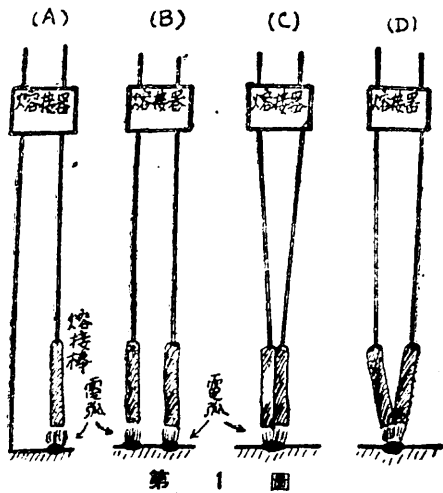
例へば從來直徑5mm迄の熔接棒を使用し得る容量の熔接機に於ては、此の5mmの熔接棒2本を双極式として同時に使用するならば、從來要せしと略同一時間内に2本を熔着し終ることが出来る。

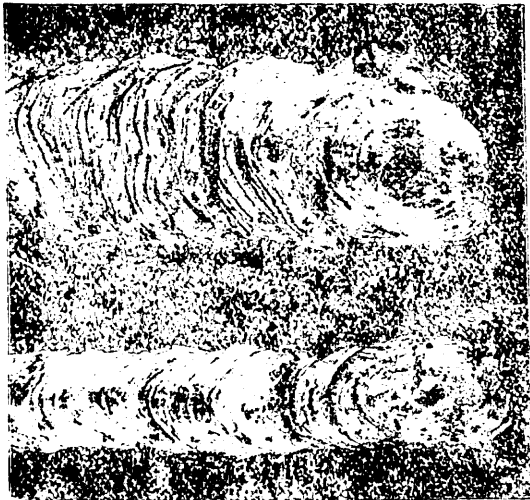
此の方法は緒言にも述べし如く、現在各所に於て使用されてゐる普通の交流熔接機を其の儘高能率的に使用せんとすることと、手動熔接の場合に取扱ひ得る重量の制限とを考慮してをり、若しこれ等を考慮の外に置けば、熔接棒數本を組合して別な方法を行つてもよく、又熔接機何臺かを同時に使用する他の方法も考へ得る譯である。併しながら、それ等の方法の多くは本文の主眼とは稍其の趣を異にする所のものとなり易い。此の點に就ては熔接學會誌19年1月號に於ても斷つて置いた。

3. 熔接要領

先づ電弧の發生方法に就て述べる。2本の熔接棒心線の先端を短絡し、僅かに引離せば熔接棒間の電弧を發生する。發生せる電弧は其のまま母材面に出來得る限り接近せしむれば母材中への熔込みが得られるやうになる。或ひは又一方の熔接棒を母材に短絡し、他方の熔接棒に普通の如く電弧を發生し、次に最初の熔接棒を母材面より僅かに引離して電弧を發生せしめる。此の場合、熔接機の2次無負荷電壓其の他の條件により最後の電弧發生は稍々困難なる場合ある故、兩熔接棒先端は出來得る限り近接せる位置に於て電弧發生の操作を行ふことが賢明である。

次に熔着を開始すれば適度のウキーピングを行ひながら熔接棒を移行することは普通の熔接要領と異らない。第2圖上部の幅太き熔着金屬は此の方法によりて得たるもの、下部の熔着金屬は從來の方法によりて得たるものである。即ち同一時間内に2倍の熔着金屬量が得られる。但しウキーピングを行はず且つ熔接進行速度を極めて速かとしたる場合には第3圖に示す如く、熔着金屬が2列に並び完全なる1本の形とならない場合がある。





第 2 圖



第 3 圖

の3種類の軟鋼熔接用被覆熔接棒を使用し熔着時間を測定せる結果は第1表の如くである。

第 1 表

熔接棒種類	I		II	
	電弧電壓 V	棒着時間	電弧電壓 V	熔着時間
A	25~27	1'34"	40~50	1'43"
B	30~34	1'25"	50~60	1'31"
C	31~35	1'23"	50~60	1'31"

此の傾向は厚被覆の熔接棒になる程著しい。又此の傾向は第1圖(C)の如き方法にて熔接する場合に生じ易く、第1圖(D)の如くすれば防ぎ得る。

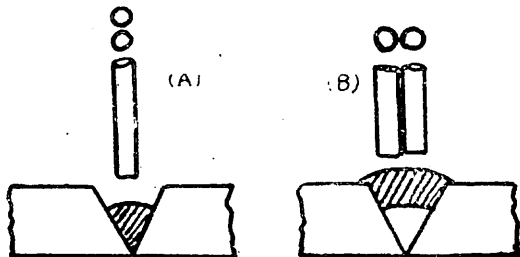
一般に熔接棒に被覆せる熔剤が低熔融點にして其の厚さ比較的薄き場合は第1圖(C)の方法にて行ひ得るが、餘りにも薄きに過ぎる場合は熔接棒先端が熔融金屬にて短絡する機会が多く、ために熔接棒間の距離を幾分多くとりてウキーピングを行ふか或ひは(D)の如き方法により、多少棒先端の距離を廣くすることが必要となる。

V型多層熔接を行ふ場合には最低層のみは第4圖(A)に示す如く、2本の熔接棒を接手の方向に平行として行ふか、或ひは又熔接棒1本として行ひ、上層部は第4圖(B)の如く2本の熔接棒を接手の方向に直角に並べて熔接を行つてよい。

4. 實驗結果

(a) 熔融に要する時間

同一寸法の熔接棒1本を熔着するに要すると略同じ時間及び2次熔接電流値により、2本を同時に熔着し得る。心線の直徑 4mm、外徑約 6mm



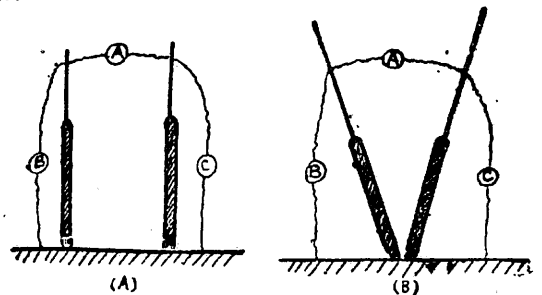
第 4 圖

此の場合の熔接電流値は 110~120A にして、熔接棒は1本につき長さ 320mm を熔融してゐる。第1表中 I は従來の熔接方法により熔着せる場合にして、II は双極式により第1圖(D)の如くして熔着せる場合である。即ち1臺の熔接機を使用して約2倍の作業能率を上げ得ることとなる。

(b) 電弧電壓

電弧電壓 18~20V の被覆熔接棒を使用して本方法を実施し、第5圖(A)の如く電弧電壓の測定を行ひたるに、B、C に於てはそれぞれ約 20V、A に於ては約 40V を示した。此の場合、2本の熔接棒間の距離、傾斜等を多少變へるとも熔接電流値は勿論 A、B、C の電弧電壓は殆ど變化しない。唯従來の熔接方法に比較して電弧長を幾分長くしなければ瞬時の短絡により、片方の電弧が消滅する惧れがある。此の理由のため電弧電壓は熔接棒1本の場合よりも幾分高く現れる筈である。

次に第5圖(B)に示す如く熔接棒先端を1箇所集中して熔着する場合、熔接電流値並びにB、



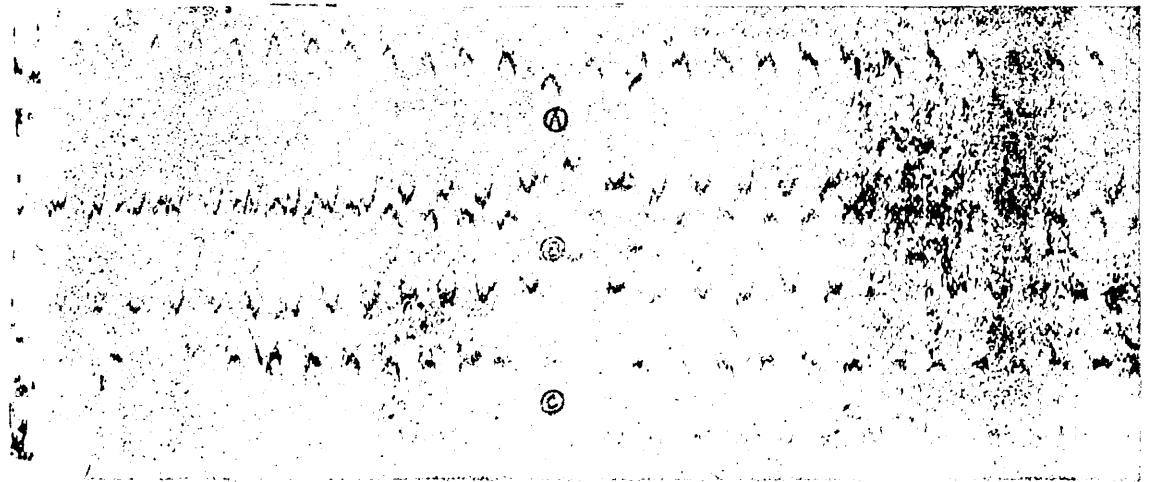
第 5 圖

Cの示す電弧電圧には大なる差異なきも、Aに示す電弧電圧には時々多少の變動がある。即ち2本の熔接棒先端間の距離の大小によりて異なるものであり、此の場合の電弧は兩熔接棒間の直接の電弧ともなる機會が屢々あり得る譯である。故に母材を除去して兩熔接棒間に電弧を發生せしめAの電弧電圧を測定するに、距離の極めて接近せる場合は40V以下となり、極めて遠ざけたる場合は70V附近を示す。(これ以上遠ざけたる場合は電弧は消滅するに至る)。又兩熔接棒先端間の距離を略々一定として電弧を繼續し、母材面を電弧の位置より次第に遠ざけB或はCの示す電弧電圧の變化を見るに20Vより次第に30V附近に上り、遂に0Vとなる。此の場合兩熔接棒先端と母材面との距離が約2in距つても電弧の一部が母材面に接觸してゐる限りはB或はCの電圧は現はれ、而も斯の如き遠距離に於ては滴下せる熔融金屬は全

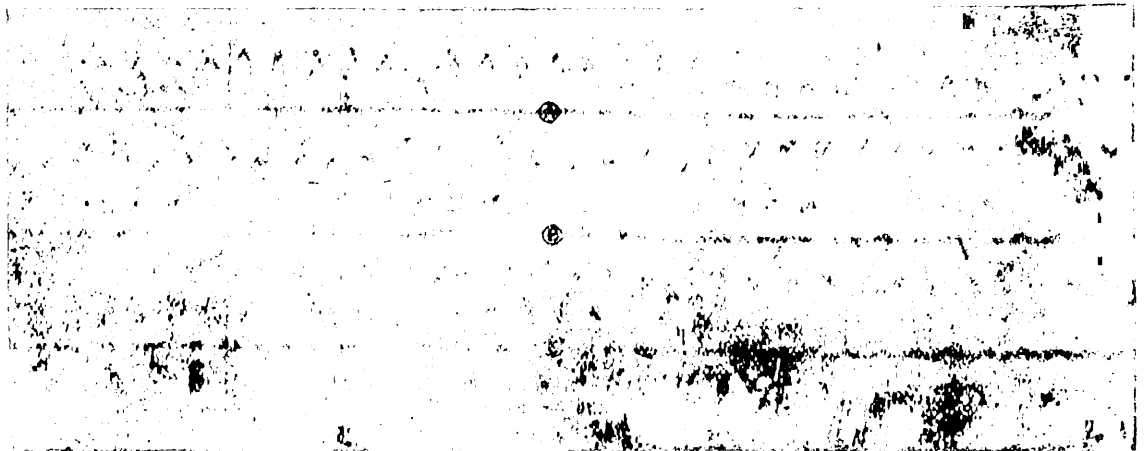
然母材中に熔込まない。故に第5圖(B)に於けるB或はCの電弧電圧の存在は必ずしも熔込を證明するものではない。従來の金屬電弧熔接に於ても同様なる現象が存在する筈である。

何れにせよ吾等の要求する所は現實の熔込にして、後述する如くV型衝合熔接、全熔着金屬等の引張試験に於て相當な引張強さを有してゐる以上熔込に關しては實用上差支なきものと考へられる。第6圖は參考のために示せる第5圖(B)の場合のオツシログラフにして低熔融點の薄被覆熔接棒を使用してゐる。又電圧の變動に對して熔接電流値の變化極めて少きは、それが低位の電圧變動なるため第7圖の熔接機の特性曲線を見れば了解出来る。

尙熔接機の力率は一定常數と電弧電壓の積を2次側無負荷電壓にて除したる商にて示されるものなる故、2個の電弧のため電弧電壓が2倍となれ



第 6 圖 の (1)



第 6 圖 の (2)

ば力率は當然2倍となり、更に熔接機の内部抵抗を考慮に入れる場合は本熔接方法を行へば2倍以上の力率となることが考へ得られ、熔接機の壽命に關しては不安がない。



第8圖 (左より) A, B, C, D

(c) 熔込状態

母材金屬中への熔込並びに熱影響範圍の大きさは兩熔接棒先端と母材面との距離によつて異なる。第8圖は同様寸法の軟鋼板を使用して實驗せる結果にして、(A)、(B)、(C)と順次に母材面との距離を縮めて行つた。(A)は約1in.の距離があり、熔着金屬と母材金屬とは全然融合せず、單に熔融金屬が母材面上に滴下せるに止まる。又熱影響部も極めて僅かである。(C)は熔接棒被覆先端と母材面との距離が極めて近い場合で、(C)は勿論(B)の場合も完全に融合してゐる。

(D)は從來の熔接棒1本による熔着金屬の熔込にして(B)及び(C)と比較すれば金屬の熔込は遙かに深く、熱影響部の深さは母材面から見れば多少勝つてゐる。

温度を保てる間に中央のビードを從來の方法により電弧長を短く保つて熔着せる場合の断面熔込状態を参考のため示した。中央ビード熔込並に熱影響の深さは次第に大となつてゐる。

(d) 機械的性質

第2表

熔着方法	引張強さ kg/mm ²	伸 %	シャルピー 衝擊値 kg.m/cm ²
第1圖(D)	43.93	29.42	12.18
	43.82	24.57	13.43
第1圖(B)	41.52	27.14	—
	42.03	26.57	—



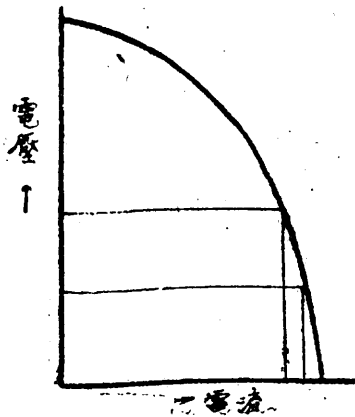
第9圖



第10圖

第9圖は第2圖の寫眞の断面熔込状態にして、第10圖(A)は中央のビードのみは從來の熔接方法、兩端のビードは第1圖(B)に示す筆者の方法により同時に熔着せるものである。但し第1圖(B)の方法では前述せる如く熔接を容易に續行するためには電弧長は從來の方法よりも稍々長きことを要するを以て、此の場合電弧長を揃はすため、中央のビードの熔着に當つては其の電弧長を故意に幾分長い目として實驗した。斯くすれば其の熔込状態は双極式も從來の方法も殆ど變らなくなる。

第10圖(B)の中央のビードは從來の方法により電弧長を兩端のビードより短くして熔着せる場合、第10圖(C)は先づ兩端のビードを第1圖(B)の方法により同時に熔着し、母板が高



第7圖

厚さ 8 mm の軟鋼板の V 型衝合熔接に當り、心線の直径 4 mm の被覆熔接棒を使用し、従來の方法により 2 層盛熔接せるものと双極式 (第 1 圖 D) により、同熔接棒 2 本を同時に使用して 1 層熔接にて



第 11 圖

完了せしものとの引張試験を行ひたるに、何れも母板部にて切斷し、比較は困難であつた。

次に軟鋼用被覆熔接棒檢定試験要領に従ひて造れる全熔着金屬の引張試験結果は第 2 表の如くである。第 11 圖は破斷せる引張試験片の外観を示す。

本被覆熔接棒は、従來の方法による檢定試験結果は全熔着金屬としての引張強さ 44 kg/mm² 以上、伸 32% 以上、衝擊値 12 kg.m/cm² 以上の所謂 1 級品にして、本熔接方法による場合の伸は平均 26.9% に低下してゐる。而して第 1 圖 (D) の熔着方法にては兩方より電弧の吹付けありて、この影響が熔着金屬に及

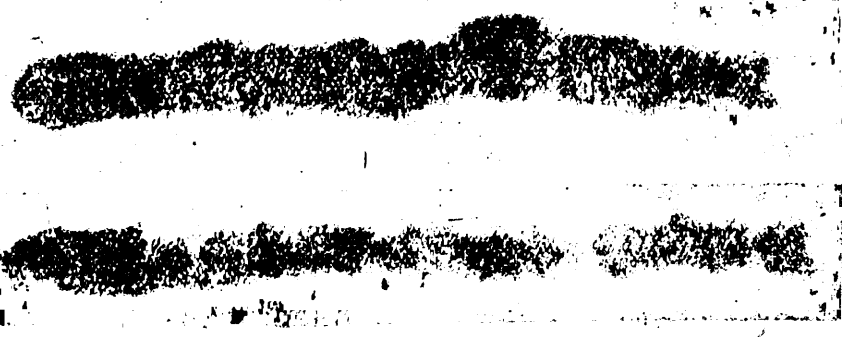
ぶものと考へ、第 1 圖 (B) の方法を行つたのであるが、伸の低下は恢復されなかつたのである。

此の理由に就て考察するため 熔着金屬の X-線透過試験 (第 12 圖) を行つたが、氣泡の多少は明かでなく、唯顯微鏡試験に於て双極式熔接による熔着金屬は従來の熔接方法による場合よりも多少氣泡が多い様に感じられる。

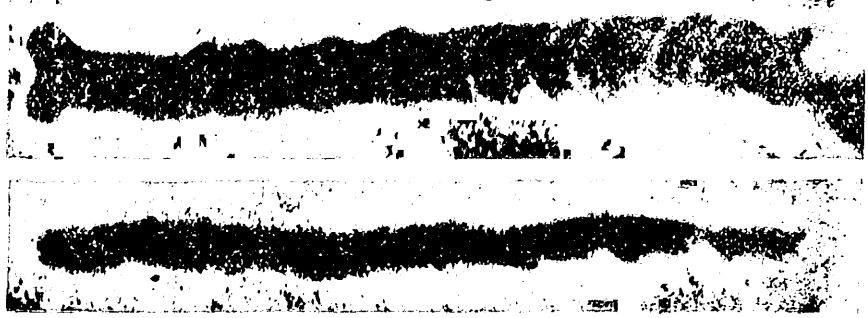
次に熔込並びに熱影響部の大きさに關してであるが、前述の如く双極式は施行時の自然的要求として電弧長が幾分長くなり、従つて従來の熔接方法と等しかるべき熔込も幾分少くなつて來る。即ち上層熔着熱の影響により其の下層金屬の組織の細



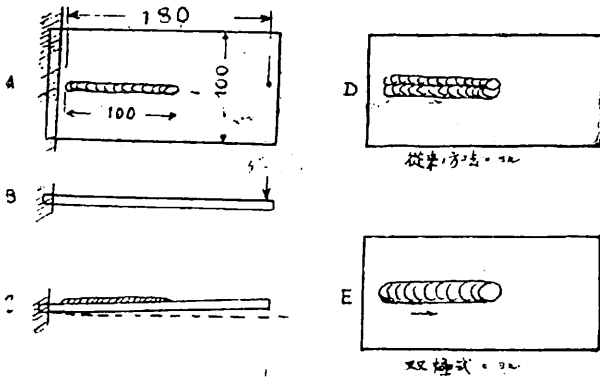
第 12 圖 (A) 第 2 圖の X-線透過寫眞



第 12 圖 (B) 上は筆者の方法 (第 1 圖 D)、下は従來の方法



第 12 圖 (C) 上は筆者の方法 (第 1 圖 C)、下は従來の方法



第 13 圖

粒化される程度が従来よりも稍々不十分となる點が理由の一として考へられる。

又斯の如き従来經驗せざりし熔接方法を行ふことであり、熔接者の心理的關係並びにこれが技倆に及ぼす影響も考慮に入れる必要があらう。尙ほ其の後に行ひたる試験結果によれば2本の熔接棒先端間の距離、角度及び母材面との距離等を適當に調整することにより、全熔着金屬引張試験値は向上しつつある。これに就ては更に改めて詳述する筈である。

(e) 熔 接 歪

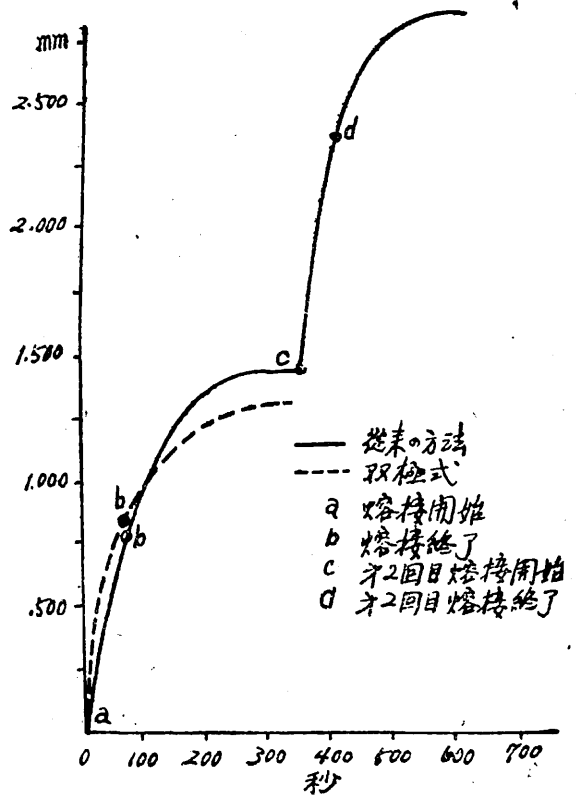
熔着金屬の長さの方向に現れる熔接歪量を従來の方法と双極式とに就て比較せるに、同一熔着金屬量に對して後者の歪量は著しく少い。第 13 圖は實驗方法の概略にして、心線の直徑 4 mm、被覆部の長さ 350 mm の軟鋼用熔接棒の長さの 1/2 を 6×100×200 mm の母板上へその一端より熔着する。第 13 圖(A) は全體の寸法を示す。(B) 及び (C) は廻轉指示器の取付位置及び測定せる歪の方向を示す。

第 13 圖(D) は従來の方法により1回の熔着後之を放冷し、次に2回目の熔着を行ひて熔接棒合計1本を熔着せる場合。(E) は双極式により2本の熔接棒を同時に各々の長さの 1/2 づつ熔着せる場合にして、熔着金屬量は(D)の場合と略同様となつてゐる。

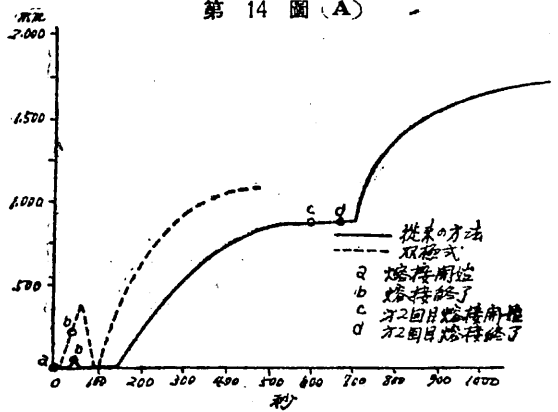
第 14 圖(A) は軟鋼板を母材として使用せる場合の(D)、(E)の比較、第 14 圖(B) は特殊鋼板の場合を示す。歪量は何れも5秒毎に測定した。即ち双極式によれば、従來の熔接方法に比較して其の歪量は約 1/2 にてすむこととなる。

5. 利點並びに缺點

先づ双極式熔接の利點とする所を述べる。



第 14 圖(A)



第 14 圖(B)

1. 従來の熔接機を其の儘使用し、同一時間内に2倍の熔着金屬量が得られ、金屬電弧熔接を高能率化し得る。
2. 現在の如く熔接機の入手困難なる折柄極めて能率的に熔接機を使用してゐることになる。
3. 熔接機の損耗よりいへば従來の 1/2 の期間にて消却してよき筈なるも實際には却つて銅損、鐵損等少く、熔接機の力率は従來の2倍或はそれ以上となり、壽命に關しては従來の方法に劣る所が見出せない。
4. 熔接による歪が少い。
5. 従來の方法に於ては電流の一方を母材に接

合する手数を要し、時には端子金具を母材に直接熔接とし、終了後再び此の部分を割り取るが如き事ありしも、本方法に於ては斯の如き手数を省き又斯の如き誤れる施行法が自然的に消滅する事となる。

6. 吳船式、赤崎式等の熔接に利用して充分其の目的を達し得る。

7. 1 臺の熔接機により 2 箇所の熔接を同時に行ふことも不可能ではない。

8. 更に双極式によれば熔接棒先端と母材面との距離を調節することにより、母材部への熱影響、熔込量を加減し得るにつき、此の特性の利用が考へ得られる可能性がある。

9. 又 2 本つ熔接棒中、1 本を異なる材質の熔接棒とすることにより、特殊熔着金屬の得られる可能性もある。

次に本方法の缺點とする所を述べる。

1. 全熔着金屬の伸性に僅かながら不満な點を残してゐる。併しながら此の値は熟練によりて向上し得る望みがある。

2 直流電源を使用せんとする場合、熔接棒の太さの異なるものを適當に組合さなければならぬ。

又實際的問題としては熔接工の両手を藉らず、片手にて容易に作業し得る如き把持器の出現、更に自動式に操作し得る簡單なる装置の出現が望ましい。

6. 結 言

本文に於て概述せる筆者の双極式熔接は高能率熔接中に加へるには甚だ貧弱であり、此の方法の發展完成には大方諸賢の御援助を仰がねばならない。唯今日よりでも實施し得る點を擧げたい。而して其の實施方法としては、先づウインチ磨耗部の肉盛熔接の如き種類の作業より出發すれば如何かと考へてゐる。刻下の急務たる熔接高能率化に多少でも資する所あれば望外の幸である。

(筆者・大阪帝國大學助教)

(750 頁つづき)

(9) 結 論

以上造船現場技術者から見た熔接工事に就いて雜然と感ずる所を述べたのであるが、是を要するに、吾々の最も感ずる所は常に如何にすれば急速多量建造が可能なるかの一事に盡きるのであり、目標はこれを措いて他にないのである。而してこれがためには又鉸接工不足といふことを併せ考へて、今後は鉸接のみでなく當然熔接の大量使用を行ふべきであらう。

而して以上述べたことを急速に實現し以て急速多量建造増産報國を盡す道は、懸つて現場技術者及び工員の熱意如何に依ると思ふ。尙工員は紙上

計畫を説明し、むづかしい理論から割り出すよりも、直接現場に出て作業場におつかり、本當の座學、即座の學問を目の前に於て教へ込むことが必要である。例へば手待中の勵磁電流の損失は 100 W の電燈を 8 箇所も灯してゐると同じであること、何故電流調整中に熔接をしてゐながらクツブを切替へてはいけないかといふこと、定期的な熔接機の掃除の必要なこと等を徹底的に教へ込む努力が必要であると信ずる。

また現場技術者の縦横の連絡、徹底せる工程管理といふ事を考へて見ると、吾々は未だ爲すべき多くの點を見出し、増産の道亦此處にありと切に感ずることが多い。吾々は常にこのことを反省、以て造船道に進進すべきと信ずる。

(筆者・日立造船株式会社造船所技師)

(765 頁つづき)

次に缺點として考へられることは、

1. 伸に於て稍劣るが、之は上述の數々の利點を生かすため、熔接棒被覆劑其他に於て一段の研究を進めたいと思つてゐる。

2. 高電流を使用するを以て、熔接棒が過熱されるから、熔接棒の長さ、熔接棒保持器の握部に工夫を要する。現在熔接棒の長さを 500 mm とし、保持器の握部を改良して支障なく熔接を行つてゐる。

最近の情報によれば、米英の造船所では船體の外板、甲板等にもユニオンメルト熔接法を使用して、船舶の建造能率を揚げてゐる由である。我國でも何とか之に匹敵する熔接法を實施したいが、今からこのユニオンメルト式を全國の造船所に普及させることは、この資材難の折柄、一年経つてもむづかしいことではないかと思ふ。それでは茲半歳一年の決戦に間に合はぬので、ユニオンメルト式はユニオンメルト式として急速に普及を圖ると共に、他方ではかかる簡易な、直ちに生産戦力化し得る熔接法も研究して行かねばならぬと思ふ。

總てかかる考案の着想は、現場から離れてゐては意味ないものであるが、この I 型接手熔接法は簡易な熔接棒保持器を用意するだけで、十分現場利用が可能である。又幾ら有利の面が多くとも一つの致命的な缺陷があれば之亦實用の價値はあり得ないが、この I 型接手熔接は缺點としては伸の點であり、之とても船殼では外板、甲板等の熔接には未だ使用出来ぬとしても、隔壁等には使用出来る程度であるので、今後諸賢の御支援を俟つて將來は外板、甲板の熔接に迄も應用し得る迄に研究を進めたいと希ふものである。

(筆者・日立造船株式会社技師)

銲接船と熔接船との比較

永、村、清

十數年前米國にて、同一型の貨物船を在來の銲接法によつて造りたるものと電孤熔接をもつて造りたるものとを比較し、重量の輕減、建造費の節約、諸經費の多少とを示せる際の資料を記述する。現時の實績とは相當の開きあるべきも參考資料としては必ずしも無用ではあるまいと思ふ。

(1) 實驗されたる貨物船

全長	422'-0"
垂線間の長さ	425'-0"
最大幅	57'-0"
上甲板までの深	42'-0"
最大吃水	31'-8 1/2"
之に對する排水量	17,170トン
常時航海吃水	28'-0"
之に對する排水量	14,990トン
總噸數	8,100

主推進機關 3 段膨脹蒸氣機關
 馬力 3,500 I. H. P
 汽 罐 單 スコツチ型汽罐 3 基
 16'-6" x 12'-0"
 速 力 試運轉時 12ノット
 航海速力 11.5

銲接船の各部の大きさは船級協會規定に據り、電孤熔接船の各部の大きさは、銲接船のものと同等若くは一層強く設計された。即ち熔接箇所は銲接手よりも強く造られた。

(2) 熔接されたる箇所または物

龍骨、外板、肋板、内底板、甲板、各種の機械臺及びその他の取付臺、肋材、船首船尾材、甲板補強縱材、支柱、主橫隔壁その他の隔壁、縱通材、諸艙口、艙口蓋、甲板梁、檣及び附屬具、舵、煙路、ホースパイプ、通風筒、雨覆、手摺、天幕支柱、機關の諸部等。

上記各項に於ける熔接仕様書は略す。

(3) 一般の比較

兩船建造費の比較はその當時の工賃と材料の價格、造船所所在地の狀況及び造船所手持工事の分數等によつて相違するから、絕對正確を保し難い。比較の基準としては、銲接法による船の建造

費は重量1噸數噸當り 50 弗及び 100 弗の間にあるものと假定する。

(4) 重量の節約

船體各部の重量節約、從つて載貨重量の増加等第1表の通りである。この表によれば鋼材の重量は、熔接船は銲接船より 49.4噸、即ち 16.7% の減少を示す。また最大吃水の場合載貨重量は 500噸、即ち 3.9% の増加。常備吃水にては同 4.75% 増となる。

第 1 表 重量節約量及び載貨重量比較表

項 目	銲接船	熔接船
船體鋼材	2,944トン	2,450トン
木材及び艙裝品	499	499
船體部諸機械	172	172
推進機關部	736	730
豫備重量	100	100
無貨重量	4,451	3,951
吃水 31'-8 1/2" に於ける排水量	17,170	17,170
同 上 載貨重量	12,719	13,219
吃水 28'-0" に於ける排水量	14,990	14,990
同 上 載貨重量	10,539	11,039

(4) 建造費の節約

材料費は熔接船にては銲接船よりも 6.1% 少く、工費は 5% 少い。それで全體としては約 3.7% 廉價となる。これは全體の價格は材料費と工費の外に設備その他經營上の諸雜費所謂附屬費が含まれるものであつて、この附屬費は兩種の船を造る場合にも殆んど相違は無い。熔接船が銲接船よりも建造費 3.7% 安くなる建前になれば、建造費は第2表の通りである。

第 2 表 建造費比較表

銲接船每噸當り建造費	50ドル	100ドル
銲接船建造費	635,950	1,271,900
熔接船建造費	612,420	1,224,840

(5) 運行費の節約

運行費が銲接船と熔接船との間に如何なる關係にあるかを知るために、先づ載貨重量の増減を見ることが出来る。

第3表 載貨重量比較表

	銲接船	熔接船
清水	60トン	60トン
罐水	100	100
倉庫品	30	30
機装品及び雜品	75	75
石炭(航海中使用量)	820	820
"(豫備)	150	150
"(碇泊中使用量)	50	60
貨物重量	9,254	9,744
合計載貨重量(吃水28')	10,539	11,039

この表の数字は 4000 漚航海の場合を示す。即ち熔接船は 500 噸多く運ぶことが出来る。

次の第4表はこの種貨物船が1年に幾回航海するかを示し、第5表は運行費年額を示す。

第4表 4,000 漚航路運行回数

運 行	要する日數
貨物搭載	.5
燃料搭載	1
一航海	14.5
貨物陸揚	5
準備その他に費す日數	0.5
小 計	26

次に入渠、修理、検査等に毎年平均 27 日を要するとして、この貨物船はこの 4,000 漚航路を 13 回航行することとなる。尙航行速度は平均 11.5 節とした場合である。

第5表 運行費比較表

	〔銲接船〕		〔熔接船〕	
	船價 \$50/T	\$100/T	\$50/T	\$100/T
償却 5%	31,797	63,595	30,621	61,242
保險 3.5%	54,000	108,000	52,000	104,000
事務所費	14,550	14,550	14,650	14,650
修理費、入渠費	5,620	5,620	5,620	5,620
倉庫品	5,620	5,620	5,620	5,620
船員費	45,000	45,000	45,000	45,000
港 費	16,000	16,000	16,000	16,000
沖仲仕費	60,200	60,200	63,350	63,350
燃 料	56,550	56,550	57,200	57,200
割賦金 5%	31,797	63,595	30,621	61,242
總支出費	321,134	438,730	320,632	433,924
運送貨物年額	120,400	120,400	126,700	126,700
貨物每噸當運行費	2.67	3.64	2.53	3.43

これによつて貨物 1 噸當りの運行費は、熔接船は

銲接船に比し約 5% 乃至 6% の利益があることが知られる。

(6) 益金の増加

第6表は熔接船と銲接船の利益金の比較を示す。

第6表 利益金比較表

	〔銲接船〕		〔熔接船〕	
	\$50/T	\$100/T	\$50/T	\$100/T
資本金	635,950	1,271,900	612,420	1,224,840
割賦金 5%	31,797	63,595	30,621	61,242
利益金年額の差	—	—	17,738	26,607
總純益金	31,797	63,595	48,359	87,849
資本に對する利益金割 %	5	5	7.9	7.2

これによれば純利益金は銲接船に比し熔接船は約 50% 多い $((48,359 - 31,797) \div 31,797 = 0.5, (87,849 - 63,595) \div 63,595 = 0.45)$ 。このことは船主を喜ばすこと明かである。

(7) 熔接船の利點

世界の總ての船が熔接船のみとなつた場合の利益金を考へるとする。尤もこのことは船の大きさと型の相違、航路の長短、貨物運賃の移動等によつて正確の數字を得ることは困難である、然し次のやうな見方で比較研究することは出来ると思ふ。

世界船舶の總噸數の約 80% は貨物船の噸數であり、その 80% が熔接船となると假定すれば、全體の利益を計算することが出来る。

1927 年には世界船舶の總噸數合計は、總噸數 100 噸以上の鋼船にて、61,303,700 噸であつた。この内 1000 G. T. 以上のものは約 56,394,789 總噸であるから、その 80% 即ち 45,000,000 總噸を貨物船の總噸數合計と見る。

前例に取つた 425 呎の貨物船の總噸數は 8,100 G. T. であるが、この船は第6表に示す通りその利益金年額は 17,738 (船價 \$50/T のとき) 乃至 \$26,607 (船價 \$100/T のとき) であるから、平均 \$20,000 は毎年利益することとなる。これは總噸數 1 噸當り \$2.47 である。

そこで世界の貨物船總噸數合計を前に示す通り 45,000,000 G. T. であるとすれば、これに \$2.47 を乗じて得る積 \$111,150,000 は世界全體で益する利益金である。

以上は 1927 年に發表されたものであるから、現状とは餘程の相違があると思ふが、造船に熔接法を採用することによつて載貨重量を増し、従つて船主が利益を増すことを説明した資料として多少の参考にはなると思ふ。

船體ブロック急速建造法に就て

黒田 寂 隆

決戦下に於ける造船技術家の、創意工夫の一つの現はれとみるべきものに、船體ブロック組立式建造法がある。即ちこれは地上組立工作法であり、地上組立工作法は船臺上の工作法に比し著しく工作法容易で、特に熔接工作に於てその感が深いのである。従つて運搬能力の許す限り、地上ブロック工作を採用すべきであらうと考へる。

併し乍ら、一面これは運搬設備に莫大なる資材を要することを考へなければならぬ。戦局斯くの如き現段階に於ては寧ろ採用すべき方式ではない、との聲もある。要は船を作れば良いのであつて、この點ブロック範圍の適用に關しては慎重なる考慮の餘地があるであらう。

尙、地上組立の工作法に於て鋼材の接合方法には銲接と熔接があり、前者の工作には相當熟練を要するが、後者には餘り熟練を要せず、而も半自動熔接或ひは自動熔接を施行すれば、愈々技術的要素は入つて來ない故に、近頃の熟練工不足の折柄には兎もあれ便利な方法である。然し此の地上組立も銲接と熔接の混用では餘り好ましくないのであつて、全部を熔接工作とし、ブロックとブロックの接合のみ、現在の技術では銲接とする點迄行かなくては工事の簡易化にはならないと思はれるが、兎も角現在行はれつつある熔接法に就いて現場側から見た二三の所見を、以下各項目に分けて述べてみたい。

◇熔接機及び熔接棒に就て

熔接機は現在硅素鋼板及び銅線の不足より入手困難に陥つて居るが、大徑棒の使用が盛んになるにつれ、従來の 250A、300A 等の小容量のものより大容量のものが相當必要となつて來る。

小型熔接機の並列運轉では調整に手数を要し、特に機械が古くなつて、修繕した機械では尙手数が要るので 800A 位のものが最も必要となつて居る。もつとも熔接棒も芯線材質の低下と、被覆材の品不足による代用品の使用とにより、使用棒の品質低下は免れず、勢ひ規格の低下となり、従つて許容應力も低下して、船體の強力も低下して居ることは否めない事實である。

◇船體分割法

ブロック運搬設備の容量により、ブロック重量は定まるものであり、設備の許す限り大ブロックに分割して、地上組立工作を多くするのが得策なることは論を俟つ迄もない。

船型に依り分割法も異なるが、或る造船所では A 型船を、20 噸を限度として全船體を横切りに分割して居る。以下にその方法を述べると、船底外板は肋板、桁板、その他内部ピース迄船殼構造品全部を取付けて 1 ブロックとし、平板龍骨及び兩側龍骨翼板、即ち外板 3 枚、中心線桁板及び肋板を以て 1 ブロックとする。それよりビルチ曲板迄 4 枚及び内部肋板及び桁板を以て 1 ブロックとし、船側外板は船側厚板及び 5 枚の外板の肋骨及び縦通材を含んで 1 ブロックとなし、1 ブロック内構造は全部熔接構造とする。

ブロック間の接合はダブルバット・ストラップ熔接構造としてゐる。

上甲板はハッチサイド 4 枚及び内部梁を以て 1 ブロック、ハッチ間甲板 4 枚及び内部構造物を以て 1 ブロックとして居る。

中甲板は船體中心にて分割し、船側迄 4 枚の甲板及び梁を含んで 1 ブロックとし、ブロック間の接合は銲接となして居る。

船底中心及び船底翼ブロック間のバットは互ひに避距し、船側外板、中板間にもバットの避距は考慮されて居る。

斯くの如く船體を横に切斷すれば、縦強力の不足は否めないから、横に切斷するが良いか、縦に切斷するが良いかは議論の存する所であらう。

又構造物のみ一纏めに 1 ブロックとした例もあるが、種々なる分割方法が考案出来ることと思ふ。

◇熔接工作法及び外板、甲板

船體平行部の直線部分の外板及び甲板は、マーキングの後、鋸の端は瓦斯切斷のみに頼り、自動瓦斯斜切斷機にて 60 度の角度に斜切斷せる儘を平面床の上に、上面が平面なる如く、並列したる I 型セクションの直上にバット及びシームが在る如く鋸を配列して、對稱的に假付けを施行し、一

層又は二層盛りは細い棒を使用して、その上を大径棒にて表面に盛り上げ、裏溶接を省略すれば裏返しする手数を省略出来る。将来自動溶接を使用することにより、高速溶接方法が出現するであらう。

歪防止は溶接方向に直角に馬型のガイドを3米間隔位に溶接で假付けする。

餘り歪が出ると、フレーム、フロー、ストリンガー等の取付けが困難となるが、併し外板、甲板は船體縦強力要素中最も重要なものであるから、残留應力が少くなる様に工夫せねばならぬ。

外板甲板は鋸の内側を平面として肋骨、肋板のチョツグルを除くことが出来る。

彎曲部外板は床に木製曲型を置き、その上にI型セクションを、外板のシーム及びバツトの直下に並列して置けば溶接施行は簡単になる。

残留應力の減少及び曲型使用の方法には、工作技術上幾多の斬新なる創意が産まれるであらう。

◇肋板中心線及び側桁板

外板に最初より位置をマーキングし、之に夫々を取付け大径棒一層盛り輕連続両面隅肉溶接を施行する。

然し相當外板に歪を生じ、残留應力の心配があるので両面連続溶接は考慮の餘地がある。

◇肋骨梁縦通材

肋骨及び梁はI型セクションで、夫々外板甲板にIの背及びフレンジ両方共に輕連続溶接で取付けるが、前同様歪及び残留應力の配慮を必要とする。

◇支水隔壁

隔壁板及び防撓材共溶接々合を用ひ、外板との接合は外板に平鋼を溶接して置いて、隔壁との取付けは鉸接合として居る。

隔壁板の製作には高速度溶接の應用も可能である。これについては將來種々の溶接方法が試みられるだらう。

◇甲板上構造物其他

船首樓、船橋樓、船尾樓の甲板、外板、肋骨、梁の組立には從來も溶接が使用されたが、比較的重量が小さいので纏つた構造物が出来る。

併し特に目新しい溶接方法も無く從來通りの方法である。

その他機關室、艙室圍壁等は板厚も薄く強力も餘り要しないので、溶接構造にするには最適當であり、又從來も事實使用されて居た範圍は最も多かつたのである。

◇船首尾構造

船首尾プロックは複雑な形状のものが多く、溶接による工事簡易化も容易でないので、餘り溶接は用ひられない。

◇結 論

要するに船體構造に溶接を使用することは、急速建造には缺くべからざることではあるが、一步を進めて溶接利用造船所では全溶接船を作り、鉸接との併用による工場の二本立て設備を廢するところ迄溶接法を進歩せしめたならば、機械工場の設備は簡單化され、工作の統一もとれて能率も上るだらうと思はれる。即ち溶接専用造船所の設立を望むものである。

又將來空襲が頻繁となれば、常時警戒警報下の溶接作業も考慮せねばならぬ。

電弧溶接の弧光は最も強烈なもので、之が遮蔽は容易ならぬ業ではあるが、唯赤崎式溶接法に於ては、此の心配は不要となることは衆知の通りである。

但し溶接作業は電弧のみの遮蔽では不十分なのであつて、作業燈、通路燈の遮蔽をも考慮せねばならぬ。是等作業場及び通路の照明燈の光を遮蔽すると云ふ相矛盾したる事實を按配することは容易ならぬ業ではあるが、戦時下の工場では是非成し遂げねばならぬ事項である。

これがためには遮光スクリーンの設備とか、又懐中電燈の用意とか種々工夫はあるであらうが、工場に於て早急に對策を樹てておかなければ、その時になつて慌てても間に合はぬ結果を來すであらう。

一方に造船の急速化が叫ばれる折柄、警戒警報下なりとて作業を休むが如き事では増産は覺束ないと云はねばならぬ。折角各方面の注意を喚起したいものである。

電氣熔接に於ける冶金的概念

岡田 實

I. 緒 論

船舶の建造に、つとに電氣熔接が採用され、最早經驗的技術から、熔接技術を基礎とする科學的技術へと進展してゐる現状は、筆者等熔接に關係する者は勿論、造船技術者、一般工業技術者に對し誠に慶びに堪へない次第である。

由來多量生産は平時及び戰時を問はず凡ての生産工業の眼目であり、而も今日の如く急速多量生産と材料節減方策が叫ばれ、而も質的成果を要求されてゐる時は尙更の事であり、その方式は常に凡ての工業の研究目標であることは疑ふ餘地のない處である。

かかる見地より電氣熔接は大いに發展利用さるべき使命を有し、各種工業への應用がなされつつあるが、熔接工學に最も關聯してゐるのは凡ての工學の中で冶金學である、即ち所謂熔接冶金なるものは熔接者及び熔接設計者を含む熔接工業にたづさはる者のすべてに使用鋼の組成及び構造を熟知せしめ、鋼が熔接熱や應力の變化に依り如何に影響されるかを示し、且つ熱處理の理論を説明し、或ひは熔接工程の制御方法を指摘するものである。

II. 熔接の溫度變化

金屬及び合金は一般に溫度變化に依り、その性質に大なる差を生じ又溫度變化の履歴に依り金屬及び合金に特有の性質を有せしめる事が出来る。即ち鋼に於ては急冷に依り鋼の同素體に比較的低温で變態し非常に硬度を増加し、その際に起る收縮膨脹に依り降伏點以上の應力を生じて龜裂を生ずる原因となるのである。又溫度變化の不均一に依つて不均質となり、材質的缺陷を生ずる場合が多いのである。金屬及び合金の熔接に於ける溫度變化に就いて考慮せねばならぬ事は

1. 冷却速度
2. 最高加熱溫度
3. 最高加熱溫度に於ける保持時間
4. 加熱速度

である。

瓦斯熔接(中性酸素アセチレン焰の溫度は

3200°C)では電弧熔接(鐵の弧光溫度は6000°C)より加熱速度はすつと遅く熔着金屬の熔融には長時間を要する。その結果瓦斯熔接の冷却速度は電弧熔接よりも小で、母材は廣範圍に互つて加熱される。之等は熔接速度を左右するものである、冶金的影響は又通例金屬の熔融點である最高加熱溫度及び熱源の大小に依り大いに相異なるものである。

供給熱源の大いさは、瓦斯熔接では直接にアセチレン消費量に依りて變り、電弧熔接では電壓は金屬電極に依り大體一定してゐるものであるから、通電電流量に依りて變るのである。單位長さに對して與へられる熱は熱源の大いさ/熔接速度に依り表はされ、同一厚さの金屬熔接に於ける熱源の大いさと、熔接速度の相對的な表示をすれば次表の如くである。

第 1 表

(熔接方法)	(熱源の相對的大いさ)	(相對的熔接速度)
瓦斯熔接	大	小
電弧熔接	小	大
原子水素熔接	中	中
抵抗縫合熔接	大	極大

冷却速度は非常に大であつて、最高加熱溫度が高い程大きく、冶金的に惹起される種々の材質的變化の原因となるものである。最高加熱溫度と冷却速度は、一般には1400°Cでは冷却速度は500°C/毎秒、700°Cでは50°C/毎秒、350°Cでは5°C/毎秒の如く變化するものである。

次に熔接條件の變化に依る影響を述べれば

1. 熔接層數

同じ吹管或ひは電極を用ひて、一層熔接より多層熔接へと層數を増せばそれに相當して熔接速度は増加し、各熔着金屬に供給される熱量を減少して加熱及び冷却速度を増加し、熔着金屬を早く凝固化する。それ故に多層熔接では吹管の大いさ或ひは通電電流強さを變化する事が考慮されるのである。

2. 板 厚

熔接される母材の板の厚さは溫度變化に大いに關係し、同一熱源、同一熔接速度で熔接作業を行はせば溫度變化は板厚の大なる時が大であるが、

之は熔着金屬を包む母材のためであつて、母材の熱傳導性が良好なるためである。即ち熔着金屬を包む母材の鋼は他の一面を被ふ空氣層よりも熱傳導度は約 1000 倍良好である。従つて空氣は溫度變化に對し保温體の如く作用して熔接速度を増加するものである。

通例供給熱源の大小は薄板熔接の際より厚板に對しては増加せしめるが、かくすれば溫度變化は薄板よりは厚板の方が狀況に依り幾分速いのである。

3. 裏材

熱傳導度小なる耐火煉瓦の如きものの上にて熔接を行へば、その熱影響は他の金屬板に比し熔接後の冷却速度は減少する。

4. 豫熱

豫熱は熔接後の冷却速度を減少せしめ、熔着部の脆化乃至は龜裂を起す低温部を取除くもので、豫熱法としては瓦斯の分散焰に依り、又は加熱爐に依り、又は熔着金屬の全く冷却し終らない上に繼續して熔着金屬を置く事によりこの目的を達してゐる。

III. 鋼の製造

1. 熔鑄爐

普通熔接に用ひられる鋼材の製造過程は、先づ鐵鑄石をそのまま乃至は選鑄により品位を高め、又は燒結 (1000°C 以下) に依り熔鑄爐内で反應し易く良好な銑鐵を作るために行ひ、熔鑄爐へ装入して銑鐵を作り、之を平爐へ運び炭素含有量 1.3% 以下の鋼塊として鑄造し、鍛造・壓延作業に依り所要の鋼材とするのであつて、先づ熔鑄爐よりその概念を述べれば鐵鑄石は赤鐵鑄 (Fe_2O_3 の化學成分なるが)、又は磁鐵鑄 (Fe_3O_4) が用ひられ、不純物としてアルミナ、硅石、磷化合物、水分等を含有してゐる。700 噸熔鑄爐とは 1 日 700 噸の銑鐵を生産し得る熔鑄爐の事であつて、これでは直徑約 6 米、高さ約 27 米を有し、爐の頂部よりの装入材料として鐵鑄石 (1.8 噸/1 噸の銑鐵生産)、石灰石 (CaCO_3 の成分なるが 0.7 噸/1 噸銑鐵) 及び骸炭 (90% 固形炭素を有する良質炭よりの乾溜生成物であるが、0.8 噸/噸銑鐵) を装入し爐の底部よりは溫度 900°C 位の空氣 (空氣の組成としては 25% 酸素、75% 窒素を含有してゐる) で、壓力 10gr/mm² のゲージ壓力を有するものを 450 噸/噸銑鐵に供給する。装入物は底部よりの

高温送風空氣と爐内の骸炭により燃焼し高温になつてゐるが、爐の上部は新しい装入物と底部で殆んど熱が吸収されてゐるから、比較的低温であるが、上部より降下して爐の中部に於て約 900°C 前後となり、骸炭と反應して $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}$ となり降下し、Fe は更に降下し殘留してゐる炭素の燃焼に依り熔融し、約 4% C を含有せる銑鐵となつて底部に溜る。熔融鐵の上部には熔融鑄滓が浮び、先づ之を取出し、後に銑鐵を取出し、大部は熔融のまま平爐へ運ばれ極く一部は鑄物用として鑄造されるのである。

2. 平爐

平爐は各容量及び各種類があるが、一般的として 1 回の操業により 50 噸の鋼を作るのが普通である。熔鑄爐よりの熔融銑鐵をそのまま平爐に装入する。製銑・製鋼一貫作業をなしてゐる所が多く熱經濟的である。

装入物としては屑鋼 30%、熔融銑鐵 60%、石灰石 10% で、屑鋼が最初に装入され熔銑注入前に一部溶解されるのである。熔融鋼は高温に保ち且つ反應速度を早めて含有物たる C, Si, Mn, P, S 等を低下さす爲に、熔融深さを例へば 70 糎の如くし燃焼焰を熔鋼の表面に當てるのである。

更に鋼中の炭素含有量を低下させる爲に周期的に鐵鑄石及び石灰石を投入し、同時に含有他元素をも低下するのである。

之等は鋼製造に當る前期の精煉であつて、鋼中には尙多量の鐵氧化物を含有する故、次の二方法のいづれかで精煉を行ふ。

(1) 鎮靜鋼：硅石が投入され飽和酸化鐵と反應させ、酸素を全部 SiO_2 又は硅酸化合物の狀態に持ち來らさせるのである。而も之等生成物は熔融鋼には不溶性であつて、上部へ上昇し鑄滓となる。かくして出來た不純物少き鋼を底部より取出して鑄塊とする。

(2) 縁付鋼：マグネシウムを Fe-Mg の形で投入し酸化鐵と反應せしめ、出來た Fe-Mg 酸化物は鋼中では流動性大で、従つて、之を取鍋に取出し凝固せしめると、取鍋の外周部は純粹な鋼が出來、中央部へ移動した Mg-Fe 酸化物及び比較的高炭素の鋼はここで反應をなし、鋼中の炭素と Mg-Fe 酸化物中の酸素は酸素炭素となり表面よりガスを出し、不純物及び氣泡は上昇して上部に氣孔を作るものである。

この縁付鋼は前記鎮靜鋼に比較して上部の收縮

孔は小さいが、相當程度のガス氣孔を有するもので、之は以後の鍛造・壓延工程に依り接合されるが、成分の不均質がある。

鹽基性及び酸性とは爐内を鹽基性材料で内塗りをなし、鹽基性鍍滓と作用させないで、鋼中の酸性成分と反應さすもので、燐、硫黄の如き含有元素を除去し得る。鋼生産の大部はこの鹽基性に依つて行はれるものである。後者は爐の内壁を酸性材料で内塗りをなすものであるが、良質の銑鐵を使用して高品位の中炭素鋼の製造に用ひられ、爐の容量も小さいのである。

3. 轉 爐

轉爐は熔銑を操入し特別に燃料を用ひず、底部よりの送風に依り硅素、滿俺を先づ燃焼させ、續いて炭素、燐を酸化して鋼を作るものである。

現在高硅素含有銑鐵には鹽基性の内塗りをせる轉爐を用ひ、又高燐含有銑鐵には酸性で内塗りをせる轉爐を用ひて鋼を製造し、鋼管の製造等に用ひられてゐる。

4. 電氣製鋼法

現今用ひられてゐるものは3相交流に依る電弧熱に依る電氣爐であつて、工具鋼、高品位鋼、中炭素及び高炭素鋼、合金鋼の製造に用ひられ、装入物は全體屑鋼乃至は鑄塊を用ひてゐる。炭素電極の弧光熱に依り高温が得られ、還元性雰囲気を作り、化學反應は充分に敏活に行はれ、その調整が容易なるために多く用ひられ、燐、硫黄も可成り除去出來て良質の鋼が得られる。

他の製鋼法として高周波爐・坩堝法等があるが、極く一部に用ひられてゐるのみで、製鋼の大部は平爐法に依り、次いで電氣爐法が多く採用されてゐる現状である。

5. 鑄 塊

鑄塊は製鋼後鑄型に注入して得た鋼塊で、鑄型は金型が多く用ひられてゐる。鎮靜鋼では勿論、縁付鋼でも冷却收縮に依る大きな收縮孔を造る故に押湯と言ふ餘分の注湯をなすことに依つて之を防いでゐる。鋼塊中の瓦斯含有に依る氣孔生成、含有元素の不均一存在及び表面の粗雜等に依り以後の鍛造、壓延作業に於て之等の缺點が表はれ易いから、缺陷部を削除乃至は防止して次工程に移らねばならない。

6. 鍛造及び壓延

鋼塊は高温に加熱すると流動性が良くなり、加工性が增加するもので、之を利用して鍛造及び壓

延作業をなすものである。加熱して加工する熱間加工は、瓦斯による氣孔を接合して除去し、金屬を構成してゐる結晶の粒を微細化し靱性を増すものである。

鍛造に於て最も良結果を得るには、鍛造を行ふ温度と鍛造の程度である。鍛造温度が過度に大になると材質を脆弱化し、過少な低温では變形抵抗が増し、大なる内部應力の爲に破壊するに至るのである。後者即ち鍛鍊程度は鑄造に依る鑄造組織を除去して、均一な組織を作るのであるから、過度の鍛造に依り却つて材質の不均一を招くやうな事があつてはならない。

壓延も鍛造と同じく一種の鋼の鍛鍊であり、且つ又所要成品へ持ち來らず過程ともなつてゐる。同じく壓延温度と壓延比の適當な選擇に依り材質の良化が達成されるのである。

IV. 炭素鋼の性質

炭素鋼とは含有量炭素として0.04%より1.7%迄の範圍であるが、他に滿俺、硅素、燐、硫黄、銅等の外に不純物として非金屬介在物である。テルミナ、硅酸化合物等の極く少量と、氣孔中に酸素、窒素等の瓦斯を含有してゐるものである。

併し之等鋼中の合金元素の中で種々の物理的性質及び機械的性質に最も影響を及ぼすものは炭素であり、他元素はこの炭素の働きを補助乃至は抑制する補助的な役割を演ずるのである。

又炭素鋼は加熱して種々の冷却速度を與へて熱處理を施すものであるが、之によりその物理的性質及び機械的性質に變化を與へ、種々の用途に用ひられるものである。

1. 炭素鋼の熱處理

(1) 焼鈍：炭素含有量に依りてその加熱温度は異なるが950°~900°前後に加熱し、爐中で緩冷を行ふもので、之に依り殘留内部應力の除去は勿論、鋼の組織を均一にし、硬化せる鋼ではその硬度を低下して低温で加工し易い鋼を作るものである。

(2) 焼入れ及び焼戻し：焼入れは900°C前後の温度に加熱して油中又は水中に投入して急速冷却を行ふもので、所謂マルテンサイトなる組織を表はし非常に硬度の大なる組織となるのである。又これより幾分緩やかな冷却速度を與へれば中程度の硬度を得、衝擊抵抗の相當大なる靱性にも富む鋼が得られる。上記急速冷却に依つて生じたもの

は硬度は非常に大であるが、従つて衝撃抵抗は極めて少く、大なる内部応力を残留させ、之が龜裂の原因となる爲に焼戻しなる操作を行ふものである。焼戻しには2種類あり、その一は低温焼戻しで、250°C 前後に加熱するもので、大なる残留応力は除去出来る。硬度は却つて増大することもあるのである。その二は高温焼戻しであつて、650°C 750°C に加熱するもので、硬化組織を分解せしめるもので、勿論残留内部応力は除去出来るものである。この操作に依り相當硬度の大なる、而も衝撃抵抗の大なる優秀なる性質を與へることが出来る。

2. 炭素鋼の物理的及び機械的性質

(1) 物理的性質

ヤング率は炭素含量に依り大した移動はなく、20.9~20 kg/mm² であるが、焼入硬化したものは 9.7 kg/mm² となる。剛性率は 8.3~8.2 kg/mm² で、硬化すれば 8.0~7.9 kg/mm² となる。熱膨脹係数は含炭量の増加により $11.6-10.5 \times 10^{-6}$ となる、硬化すれば $13.6-10.0 \times 10^{-6}$ となる。

比熱は 0.111~0.117 cal/g°C で、熱傳導度は 0.15~0.09 cal cm sec°C で、硬化せるものでは 0.12~0.08 cal/cm sec°C である。

電氣抵抗は含炭量と共に増加して 12.9~22.2 $\times 10^{-6}$ ohm-cm で硬化すれば 19.0~44.5 $\times 10^{-6}$ ohm-cm となる。

又之等物理的性質は温度の増加と共に變化するものである。

(2) 機械的性質

抗張試験に依る弾性限は含炭量の増加と共に増加し 19~55 kg/mm²、焼鈍鋼では 15~25 kg/mm² となり、降伏點も同様に増加して 20~56 kg/mm²、焼鈍鋼では 21~35 kg/mm²、硬化鋼では 40~97 kg/mm² となり、抗張力は 36~98 kg/mm²、焼入鋼では 56~135 kg/mm²、伸びは 38~4% と減少し、焼入鋼では 29~6% となる。

硬度試験でブリネル硬度を以て表せば、含炭素量の増加と共に 120~320 となり、焼入鋼では 160~400 となる。

衝撃値は、シャルピー試験では 15~0.2 kg/cm² となり、焼入鋼では 8.0~0.7 kg.m/cm² となるのである。

V. 炭素鋼熔接母材部の諸性質

炭素鋼の熔接に當つては、熔接時の熔接熱の影響に依る熱効果が普通の熱処理と異なり、冷却条件のみでなく、急速加熱及び急速冷却で行はれるのであつて、殊にそれが局部加熱であるから大なる熱應力を伴ふことである。然し焼入れに比して冷却は幾分緩慢な場合が多いのである。

又軟鋼で即ち炭素含有量が少なれば熔接熱に依る過度の硬化と龜裂は餘り問題にされないが、高炭素含有鋼となれば、熔接熱の影響を受けて硬化が著しくなり、殊に冷却速度の早い時には所謂マルテンサイト組織の生成が著しくなり、往々龜裂を見ることがあるのである。故に熔接速度を小にして且つ熔接電流を低下して安全熔接を得るやうに努めねばならない。

次に熔接熱の影響に依つて急冷された部分の性質を見るに、加熱温度が高ければ引張強さを増して伸びは減少するものである。

又炭素の含有量が變らなくとも硅素の含有が多くなればその母材の脆化を高めるもので、0.2% Si 以下なればこの心配がないのである。次に炭素鋼中の含有元素であるが、炭素、硅素、滿俺は適量迄含有してゐる事は必要であるが、磷、硫黄及びガス成分、非金属介在物は可成的に少い程良いのである。今その働作の大體を示すと

(1) 滿俺：滿俺の存在は鋼の脆化を防ぎ且つ焼過ぎも防ぐものである。併し滿俺の含有が増すれば低温度で變態をして硬化龜裂を生じ易くする。また常温に於て鍛造性を害する故、熔接用鋼材として 0.2~0.4% Mn が適當である。併し低合金鋼では滿俺は引張強さを増し、伸びも比較的失はないのである。

(2) 硅素：硅素 0.2% 位のものは製鋼時に脱酸作用が良く行はれてゐるものであるが、かかる程度のもものでは熔接熱に依る脆化は少い。多くなると熔着金属部に氣泡を多くさせ、熔着部の組織を害するものである。

(3) 銅：0.3% Cu 以下なれば、鋼の性質に影響はないが、熔接部附近に於ては熱作用により組成の不均一を來し弱點を形成する故に少い方が良いのである。併し腐蝕抵抗を増加するための銅の存在は別に考へねばならない。

(4) 磷：磷は特有の不均一帯を形成して、殊に之は熔接熱に對して脆化點となるものである。又

一般にも磷は鋼中であつて組織を害するものであるから注意すべきであつて、0.04% P 以下が要求されるのである。

(5) 硫黄：硫黄は滿庵の存在に依つて化合物 MnS を作り鋼中に不溶解のまま介在してゐるため熔接に對する悪影響は少いのである。併し滿庵の含有が少なければ硫黄は鐵と化合して硫化鐵を作り甚だ脆弱となる。

(6) 酸素、窒素及び水素：酸素、窒素は普通鋼材に對しては左程問題でない、併し酸素が 0.1% にもなれば脆化し機械的性質を害するものである。轉爐鋼ではかかる脆化傾向があるが、平爐鋼ではかかる問題はない。

水素は鋼に非常に悪影響を及ぼし、鋼塊の所謂白點の原因となり、局部脆化を起し、龜裂を起すものである故、水素含有鋼は比較的低温(600°C)で長く加熱するか、又は長く鋼材を放置する事に依り之を除くものである。

(7) 鍍滓：鍍滓及び非金属介在物は壓延に依り壓延方向に配列する故、その機械的性質は壓延方向とそれに直角な方向とで相異なる故、少い程良いのである。多量に SiO_2 及び Al_2O_3 を含むものは弾性が少く、高温に於て脆化を來すものである。

VI. 熔着金屬

熔着金屬を述べるには先づ使用熔接棒の種類と構造組成がその熔着金屬の成果を左右するものであるが、ここでは簡単にするため熔接棒に関する記述は省略して、熔接の際に起る冶金的现象のみを斷片的に記すに止める。

熔着金屬の性質は、第一に電氣弧光熱に依り電極棒の熔融過熱があり、熔着するのであるが、この際熔融金屬は酸化され、又は酸化されることも起るのである。又大氣中の酸素及び窒素を吸収する事に依り、酸化物及び窒化物を生成して熔着金屬中に留める事がある、又熔接棒の被覆劑の化學反應が起り、熔融金屬中の酸素を脱出せしめ、又熔着金屬中に適當量の合金元素を導入させるための反應が行はれてゐるのである。

第二は熔融池に於ては母材の一部と融合して熔着金屬を形成し、熔接が進行すると共に前の熔着金屬は冷却され凝固して行くものである。單層熔接の際は多くは母材部より結晶が生長して柱狀になつた柱狀組織を呈するが、多層熔接では前の熔着金屬は後に熔接された熔着金屬に依り熔接熱の

影響を受けて、かかる組織が消失し一様な組織となる事がある。

又普通の熔接状態より冷却速度が速いときに、この柱狀結晶の間に平行してガスが含有される組織が現出し易いから、熔接棒の選定及び豫熱をして冷却速度を緩和せしめ、熔着金屬の過少を避け最初の熔接端を削除する必要がある。

他の一つの缺陷として、魚目又は銀點と名付けるものがあり、之は熔接層の境界部に生じ、熔接層空隙に水分の分解に依る水素が集り、この壓力に依つて脆化を起すもので、熔接の使用直前に充分乾燥した鍍滓被覆熔接棒を用ひればかかる心配はなく、又裸棒ではかかる缺陷が表はれない。

次に熔接熱の影響より熔着金屬を見れば、熔接に依る不均一組織を除くために、適當な電流と熔接速度に依つて適當な熔着金屬を盛つて熔接熱を均一に分布させ均一組織を得なければならないが、厚板熔接の場合は急冷するために熔込みを淺くする故、電流を大にして熔接速度を遅くしなければならない。

薄板熔接の場合は温度上昇を來し易く母材の機械的性質を害するから、電流を少く、熔接速度を速くすれば比較的良結果が得られるものである。

VII. 結 言

本記述に於ては、熔接を冶金學的立場より見て説明したものであるが、或ひは非常に困難な感を持たれた讀者もあるかも知れない。併し一層之等科學的究明と改善に努め、電氣熔接の目的を達し科學技術の向上に一層貢獻出來ると信ずるものである。

(筆者・大阪帝國大學教授・工學博士)

近刊 舶用特殊機械 43 圖

堀 章 二 郎 著

B5版 420頁・上製・折込 50葉他圖版 130

機關部士官・造船、艦裝關係技術者必携の一大資料。

主要內容◇主機・補機・汽罐・海水處理・保溫及び斷熱裝置・諸管裝置・電氣關係・特殊設備裝置・體驗一括。

預約受付◇必要方面への優先配給を確保の爲預約申込を受付ます。發賣は 12 月中旬ですが御希望の方は職場、學校名併記至急御申込下さい。尙代金は本社より通知後決定價を御拂込下さい。(天然社出版部)



ね ぢ 規 格 の 再 検 討

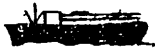
永 井 博

我國のねぢ規格は日本標準規格に制定せられて居り、インチとメートルとの兩建となつて居る。インチ制に對してはワイトフオース式が採用せられ、ねぢ第1號、細目ねぢ及び梯形ねぢがあり、メートル式に於てはねぢ第1號、細目ねぢ及び梯形があり、この外にインチ製の管用ねぢ並びに管接手ねぢがある。

ここでは主としてボルト及びスタッド並びにナット用ねぢのことに就て云ふのだが、我國では機械器具用のそれ等に對しては、全般的にワイトフオース第1號を用ひ、このうちに定められてゐない小徑のボルト外徑9耗以下に對してはメートルねぢ第1號を以つて補足する習

慣となつて居る。而してこれよりも細目のねぢを要求せらるる場合は、ワイトフオース細目ねぢ第2號を採用するか、メートルねぢ細目を使用し、特に自動車用又は航空機用機關の如き高速内燃機には當初からメートル細目ねぢ第1號及び第2號を用ひて居る。かうしてねぢはインチとメートルとの混用状態にはあるが、ねぢに關する限り殆んど混雜は見られない情况である。機械の大小或ひは性能に依るボルトの種類或ひは使用目的から見たねぢ型の性質は今ここに私の論ずるところではない。所が大東亞戦争下、決戦時に入り航空機増強に全總力を傾けつつある現在、工作機械の増産に關してこれに端なく

敵 國 事 情



の比較的低面に在る水が多少とも停滯することである。その結果、水が温まり初めるのが遅くなり勝ちで、その上熱効率および蒸發率が下がる。

この缺點を除くため、ハイフィールドと稱する新型の循環器が英國で最近できた。その考案は循環水の無音加熱に對する同様の装置から出てるもので、その獨占的製作者はマンチェスターに近いチンバリーのメドラム株式會社である。この装置は小型で小ぢんまりとしてゐて、罐内の爐の管の下部に取付けられ、強い蒸氣が水の急速な循環を促すやうに1吋の吸入管を経て注入される。

この装置には比較的經費が掛からないといふ長所があつて、尙全部罐内に取付けられるので、焚火室や罐室の邪魔にならない。更に蒸氣は全部凝結すると直ぐ返されるので、破損の可能性や經費は全く問題にならない。最も重要な事實は圓罐に於ける全汽壓が發生されるまでに約1、2時間しか要しないことで、これに較べて循環器のない通常の場合には遙かに多くの時間を要する。

循環器は中空の鑄物の群からでき上つてゐて、その一つひとつの周圍に廣い鏽状のものがつけてある。そして中部には三角形の穴があいてゐる。鏽の周圍は長方形である。各鑄物はいろいろの厚さのパツキングで分離されてゐて、蒸氣はその間隙を通過して音も振動も起さずに細流になつて水のなかに入る。鑄物の各群はそのなかの穴と同一の三角形の切斷面をもつ管によつて次ぎのものと結合され、端から端まで通じる3本のボルトでつながれて全體が小ぢんまりとしたものになつてゐる。

圓罐に於ける循環

スツッチ型、ランカシヤ型その他の、内部で焚火する圓罐で困ることは、爐の管 furnace tubes より下部

長さ15呎6吋に直徑9呎9吋の經濟型圓罐に水面計硝子の高さまで32,400封度の水を入れて試験した成績は典型的なものと認めて差支へなからう。罐は華氏133度の水を満たされ、止弁が閉められて、少しの火が二つの火床で焚かれた。使用した石炭の全量は10cwt〔註1cwt=112封度〕であつた。蒸氣は1吋の管で元の管から循環器へとり、これがために420封度の蒸氣が使用された。その結果、1時間20分まで全汽壓を上げ得たが、循環器を取付けない通常の所要時間は12時間であつた。

シアトルおよびタコマ造船所に於ける熔接

ここに掲載した第1圖および第2圖2枚の寫眞は敵米シアトルおよびタコマ造船所で撮影されたものだといはれるが、敵國の造船計畫の進展と併せて考へると敵艦を知る上に參考となる處があらうか。敵の海軍艦船のみならずC-3型貨物船の建造を促進するため、前記兩造船所には熔接工場

その他の設備が設けられたといはれる。大型の建造部分品が船架に隣接する工場内で半熟練によつて豫め組立てられるのである。各部分、甲板および隔壁は組立場に移送されるに先立つて、工場で出来る限り豫め組合はされて熔接さ



第1圖 組立を完了した機關の基礎

もボルトねぢの問題が惹起せられるに至つたのである。

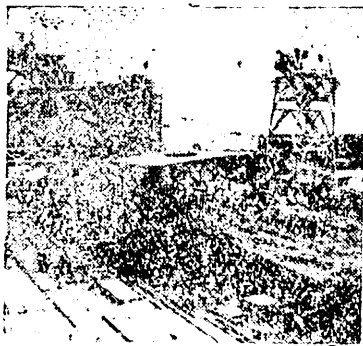
現航空機部品切削用として大量に且つ単機種として製作せられる工作機械はすべてメートル式を以てしてゐる。従つてリーディング・スクリーその他齒車類すべてがメートル単位である。今この種の工作機械を以つてねぢを切らうとすれば、メートル式ねぢの外は切れない。若しインチ式ねぢを切らうとすれば部品の一部を置換へする必要がある。しかも構造上この置換に依つても尙不能のものもあるやに聞く。これ等の工作機械が勿論航空機用部品のみの目的以外他のものに利用せられないならばそれでいいかも知れないが、これ等の同時製作のうち多少は他の重要機械器具用にも振り向けられてゐるのであるし、又航空機部品専門製作用としてもその仕事の繁閑に應じて他の目的をも充足すべきであるは勿論であるから、當然インチねぢの切れない工作機械は甚だしく不

便を感ずるのである。

技術的實狀に於ける我國の現在は、この際ボルト、スタッド、ナット類のねぢを全部メートル式としても新製作及び取扱いに關する限り毫も差支へない。寧ろこの方を歓迎してゐる向きもある。ただ問題は既製品の補給である。この問題に隘路を生ぜざるやう戦争遂行上うまく解決するならば我國が全部メートル式となつてもいいと思ふ。然し、この轉換は事實上實行不可能に近いのであるから、工作機械の方を考慮せざるを得ない事となる。若しも工作機械の構造及び取扱い上或ひは製作上より甚だしく工事を阻害しないならば……。

何れにしても現今大量の急速製作の工作機械のメートル式專一の爲にねぢの問題が起り、多少困惑の向きがあることは事實であり、この明快なる解決を我々は欲する。

(筆者・神戸製鋼所設計部長)



第2圖 豫め組合はされた部分の船内への引揚げ

うである。

リバー型船建造計畫の進歩

事は昨年中の出来事で稍々舊聞に屬するが、米國ギブズ・エンド・コックス會社の主任技師がヒラデルヒアに於ける造船造機関係者の會合で、リバー型船の建造計畫に就いて一場の演説を試みたことがあつた。ギブズ・エンド・コックスはこの計畫に深い關係があつたので、勢ひその主任技師はこの問題に權威をもつて言及することが出来た譯で、一英誌はその概要を次ぎのやうに傳へてゐる。

要するに、同技師はこの計畫の四つの重要事項即ち(1)何が要求されてゐるかの最後の決定、(2)計畫を嚴守することの重要性、(3)細部の完全な複製、(4)時局の急迫による目的達成の可能をその講演の重點とした。

再言すれば、同技師は、當時恐らく正統の造船家ならば絶望的に素人染みたものだと考へたやうな組織で、造船所が新設され、新造船が完成したことを示した後、英國式の3聯成汽機の採用に關しては、これに對し諸方から向けられる批難に敢然拮抗して行くことは高所に於て多大の勇氣を要したが、結局當時採用した決定は正しかつたと思ふと述べた。

れるもののやうである。

第1圖は組立てられた機關の基礎を定位置に据付けたものであるが、第2圖によつて豫め組立てられる部分の最大限度に就いて大體の概念を與へられるやうである。

英國式設計を引きうつし、米國式使用法に適應するやうに擴大してから、12社の造機會社と契約を結んだ。ところが、これ等の會社は直ちに細部に關して變更を申込んで來た。當時の莫大な通信をみても、混亂を避けるために、どうしても造機業者その他の關係者の會議が必要なることがわかつた。この會議は僅かに2日だつたが、その間にあらゆる困難が解決され、それから急速に進行して、すべての會社が同一の機關を製造した。罐、補機等を製造する會社間でも同様な協定ができ上つて、仕事はずんずん進んだ。

米國特に太平洋岸の造船所に賛辭を呈して同技師は右計畫の進展途上に示された米國工業界の著しい順應性を強調し、最後に「吾人は必要に迫られる時、偉大な業績を擧げ得られるといふばかりでなく、事實として擧げるのである」といつたさうである。

こんな事を聞いても、勿論、今更驚きも感心もしないが、敵も大いにやつてゐる事だけは知つておなければならぬであらう。

内燃機關の將來

英國の主要な内燃機關製造會社の一つであるラストン・エンド・ホーンズビー會社の昨年度の年次總會に於て、同社長シャープリーは、今まで英國から内燃機關を買つてゐた國々に於ける同機關製造が發達したこと、および戦争目的のために内燃機關製造の大工場ができたことは、英國の同機關製造業者が新たに考慮に入れなければならない重大な要素となつて來たことを述べた。多量生産のできる或る少範圍の機關は、英國の製造業者がその内部を整理しない限り競争し得ないやうな價格で、外國の競争者がこれを販賣し得るやうになるであらう。この内部整理は、製造業者間の密接な協力と併せて、各會社が限られた數の大ききと型式の機關を製造するやうに諸社を統合することによつて、成し遂げるほかはないと、シャープリーは述べた。彼は更に進んで戦時中の經驗によれば、限られた範圍の製品に集中する結果低廉な原價で多量の生産をなし得ることが明らかになつたと、言つてゐる。

鋼、用電弧熔接棒

關口春次郎

緒言

金屬材料の熔接法中、金屬電弧熔接法と瓦斯熔接法とは主要なるもので何れも熔接實施に當り熔接棒を必要とする。又之等の方法が最も多く利用されてゐるのは諸種の鋼材に對してである。又近頃我國に於ては酸素及びアセチレン瓦斯の供給が意の如くならず従つて鋼材に對する金屬電弧熔接法の利用が急激に擴大され、鋼用電弧熔接棒は著しく重要性を帯びるに至つた。

構造用或ひは容器用として軟鋼材が多く問題になり、其の結合には金屬電弧熔接法が盛に應用され、造船方面に於ては其の利用範圍は最も廣く且つ早くより採用された。

軟鋼の金屬電弧熔接に當り初期に於ては裸の極軟鋼細棒を用ひたのであるが、其の後種々の被覆を施せる熔接棒を用ひる方が、熔接部の信頼度高いことが解り、今日ではやむを得ぬ場合の外は被覆棒が用ひられるに至つた。又軟鋼のみならず、構造用特殊鋼、不銹鋼及び特殊目的の強靱鋼等に對しても電弧熔接が採用されるに至り、熔接棒の心線としては又種々の特殊鋼棒が用ひられてゐる。

本稿に於ては紙數に制限があり詳しく述べる餘裕がないから、鋼用電弧熔接棒の被覆及び心線に就ての概要を説明する豫定である。熔接棒の製造又は選擇及び熔接工の指導監督に當り何等かの御参考となれば幸である。

第1節 概説

鋼の金屬電弧熔接を行ふには電極棒兼熔加材即ち熔接棒として鋼線又は鉛棒を用ひる。裸棒の儘使用することもあるが、多くは鋼の細棒に無機物又は有機物より成る種々の混合物を塗布したもの或ひは機械的に強壓を以て固着被覆せしめたものを用ひるのが通例である。斯くすると電弧の維持が容易であり、熔融移行中及び熔融附着せる金屬が大氣によつて酸化及び窒化される度合は少く優良なる熔着金屬が得られ、結合部の信頼度が高いからである。即ち熔接棒は心線と被覆とより成る。

心線としては熔接すべき母材鋼と近似の組成を有する鋼線が多く用ひられるのが通例である。全く同一組成の鋼線を用ひる場合は「ともがね熔接」と稱する。然し熔接後の構造物を切断し仔細に檢するときは「ともがね熔接」を行ふ場合でさへ、熔接部附近は特異の状態を呈し、金屬材料學的には一樣なる材質ではない。即ち母材の一部が熔融し更に熔接棒心線鋼が熔融附着し兩者が混合し凝固して生じた所謂熔着金屬は熔融移行に際して大氣の作用を受け幾分か化學組成を異にし、又熔接の儘では塑性變形を施さぬ鑄造組織であるか又は幾分か焼鈍を受けた鑄造部分である。従つて壓延鋼材を「ともがね熔接」する場合には熔着金屬の諸性質は熔接の際殆ど熱影響を受けぬ部分の諸性質と大いに趣を異にする。又熔融凝固の過程を経ない母材部と雖も、熔着金屬に隣接する部分は熔接熱の影響を受け變質するものである。即ち吾々は熔接を行ひ全く一樣なる材質の構造物を作ることは困難である。そこで熔接に際して諸種の缺陷を生ずるのを防ぐことができ、更に熔接後その構造物が受ける諸種の外的作用に耐へ得るための主要なる性質が、熔接部の内外を問はず構造物全體に亘りなるべく一樣であることを望む程度で我慢せねばならない。斯る觀點からして、心線鋼は寧ろ母材鋼と少しく化學組成を異にする方が望ましい程である。即ち軟鋼を熔接するに極軟鋼の心線を用ひるのが通例である。又強靱鋼は熔接に際し割れを起し易いので、之を避けるには、著しく軟質にして變形能大なる鋼線を心線として採用する。大洲田型不銹鋼の熔接には略と同質の鋼線を心線として用ひるが、硬い麻留田型不銹鋼を熔接するには同質の鋼線を用ひず、軟質の大洲田型で不銹鋼線を用ひるのである。

次に被覆であるが、之は實に複雑なる役割を演ずるもので、種々の物質の混合物より成る。酸化物、炭酸鹽、弗化物等の銹物質粉狀のものもあれば、金屬又は合金の粉末或は紙條を含む場合があり、又穀類の粉末、紙、布類、木屑粉其の他の有機物質を含むことあり、更に炭粉を混入することがある。

電源即ち熔接機の端子に連結せる保持器に熔接

第 1 表

物質	主なる性質										
	電安定 酸化	熔 性	脱 酸 性	還 元 性	發 生 性	酸 化 性	合 成 性	流 動 性	固 着 性	増 粘 性	増 粘 性
炭酸曹達 (Na ₂ CO ₃)	○	○									
重炭酸曹達 (NaHCO ₃)	○	○									
黄血鹽 K ₄ Fe(CN) ₆	○	○									
炭酸加里 (K ₂ CO ₃)	○	○									
石 灰 (CaO)	○	○									
石 灰 石 (CaCO ₃)	○	○									
螢 石 (CaF ₂)	○	○						○			○
硼 砂 (Na ₂ B ₄ O ₇)	○	○									
硼 酸 (H ₃ BO ₃)	○	○									
苦 土 (MgO)	○	○									
炭酸マグネシウム (MgCO ₃)	○	○									
礬 土 (Al ₂ O ₃)	○	○									
氷 晶 石 (Na ₃ AlFe ₆)	○	○									
珪 砂 (主, SiO ₂)	○	○			○			○			○
二酸化錳 (MnO ₂)	○	○			○	○		○			○
酸化チタン (TiO ₂)	○	○				○		○			○
辨 柄 (Fe ₂ O ₃)	○	○			○			○			○
ミルスケール (Fe ₃ O ₄)	○	○			○			○			○
酸 性 白 土	○	○									
砂 鐵	○	○			○			○			
熔鐵爐又は製鋼爐鋼滓	○	○									
石 綿	○	○						○			○
珪 素 又 は 珪 素 鐵	○	○						○			○
滿 僊 又 は 滿 僊 鐵	○	○						○			○
チ タ ン 鐵	○	○						○			○
アルミニウム	○	○						○			○
マグネシウム	○	○						○			○
小 麥 粉	○	○		○				○			○
小 綿 糸, 綿 布	○	○		○				○			○
紙 材	○	○						○			○
木 材	○	○						○			○
炭 粉	○	○						○			○
銅	○	○						○			○
クロム 又 は クロム 鐵	○	○						○			○
ニ ッ ケ ル	○	○						○			○
ニ ク ロ ム 線	○	○						○			○
バナヂウム	○	○						○			○
酸化モリブデン	○	○						○			○
酸化ニッケル	○	○						○			○
珪 酸 曹 達 (水硝子)	○	○						○			○
布 海 苔	○	○			○			○			○
膠	○	○						○			○
セラチン	○	○						○			○
アラビアゴム	○	○						○			○
糖 密	○	○						○			○

棒を挟み、先端を母材に觸れて少しく引離し電弧を發生せしめ棒を操作すると、熔接が行はれるのであるが、其の熔着状態を示すと第1圖の如くである。心線の先端は熔融し移行して母材の熔融部と一緒に逐に凝固し2個の母材を結合するのである。即ち心線及び被覆は熔融し圖の如く電弧流を成して母材に移行する。電弧の高温によつて心線及び被覆の一部は分解又は熱燒或は氣化して瓦斯を生ずる。従つて電弧流の外圍には發生瓦斯が被包を形成する。又被覆は一般に熱の不良導體であるから、心線鋼より遅く熔融移行する。従つて圖の如く殘留被覆筒を形成する。熔融し母材に附着せる金屬と非金屬とは大體に於て別れ2層となり、非金屬即ち滓(スラッグ)は金屬層の表面を蔽ひ凝固する。そして瓦斯狀被包、殘留被覆筒及び熔着凝固せる滓は、熔融金屬又は凝固を完了せる金屬の酸化及び窒化を防止する作用を爲す。

被覆劑は前述の如く種々の物質より成るもので、第1表には其主要なるものを掲げ、それぞれの主なる性質を記號を以て示した、即ち○印を有する横欄中に記入せる物質は大體に於て同じ○印を有する縦欄中に記入せる性質を有するものと考へられてゐる。尤も同表には主として單純なる化學記號を以て表し得る物質を多く掲げたが、實際には之等の2種以上を成分として含有する銜物質、有機物又は合金等が、經濟的にも又技術的にも好んで用ひられてゐる。

第 2 節 - 電弧現象に及ぼす被覆劑の影響

被覆棒を用ひて熔接を行ふと、裸棒使用の場合に比し電弧の狀況が著しく異なる。そして被覆せる物質によつて其の趣が大いに相違するのである。第2表、第3表及び第2圖~第5圖は柴田晴彦博士及び鯉淵正夫技師の實驗結果であるが、直流熔接機を用ひ一定電流を採用して熔着を行ふ場合、熔接棒の熔解時間(一定長さを熔解下降せしめるに要する時間)及び電弧電壓(母材と熔接棒との間の電壓降下)が被覆物質によつてそれぞれ異なることが明瞭に示されてゐる。又同一物質に就ても熔接棒を熔接機の正負何れの端子に連結するか即ち何れの極性を採用するかによつて相異なるものであることは第2表及び第3表を見れば解る。又被覆物質を構成する金屬元素を考へ、原子量と電弧電壓との關係を週期率表の同族毎に圖示すると第2圖の如く直線となり、原子量の大なる場合ほど電

第 2 表

週期 の 族	原子 價に よる 分類	被覆剤の 種類	被覆剤の 元素の 原子量	熔接 棒の 極性	電弧電壓 (ボルト)	径4mm心線 の被覆物を 熔接棒30cmを 熔解するに 要する時間 (秒)	
I	A	炭酸リチウム	6.9	+	20 21	89 74	
		炭酸曹達	22.9	+	17 21	118 72	
	B	酸化銅	63.5	+	24 21	73 73	
		酸化銀	107.8	+	19 22	93 89	
	II	A	炭酸石灰	40.0	+	16 17	154 80
			炭酸ストロンチウム	87.6	+	13 15	206 98
炭酸バリウム			137.3	+	11 14	250 160	
B		炭酸マグネシウム	24.3	+	18 21	110 76	
		炭酸亜鉛	65.4	+	16 22	114 66	
		炭酸カドミウム	112.4	+	14 22	133 65	
III	A	酸化硼素	10.8	+	41 30	46 59	
		酸化アルミニウム	26.9	+	37 28	59 63	
IV	A	酸化チタン	47.9	+	15 19	158 71	
	B	炭素	12.0	+	35 26	66 71	
		酸化珪素	28.0	+	31 26	68 87	
		酸化錫	118.7	+	22 19	77 78	
		酸化鉛	207.2	+	17 19	110 82	
VI	A	酸化クロム	52.0	+	19 23	111 88	
		酸化タングステン	184.0	+	20 20	89 70	
		酸化ウラン	238.2	+	18 20	99 79	
VII	A	二酸化満俺	54.9	+	17 20	133 72	
VIII	A	酸化鉄	55.8	+	20 20	84 69	
		酸化ニッケル	58.7	+	20 20	89 83	
		酸化コバルト	58.9	+	20 20	101 74	

備考：熔接機—差働複捲式直流電弧熔接機
 熔接棒心線—東京製鋼株式会社白印直徑 4 mm
 被覆の厚さ—約 0.5 mm
 電弧電流—100 アンペア
 糊着劑—布海苔 2%

第 3 表

被覆剤の種類	熔接棒の極性	電弧電壓 (ボルト)	径 4 mm 心線の被覆熔接棒 30 cm を熔解するに要する時間 (秒)
セメント	+	15	143
	+	19	93
粘土	+	30	62
	+	23	93
矽砂	+	38	52
	+	30	56
石綿 (粉末)	+	25	63
	+	24	77
珪素鉄	+	29	50
	+	24	53
満俺鉄	+	24	60
	+	22	70

備考：熔接機—差働複捲式直流熔接機
 熔接棒心線—東京製鋼株式会社白印直徑 4 mm
 被覆の厚さ—約 0.5 mm
 電弧電流—100 アンペア
 糊着劑—布海苔 2%

弧電壓は低い。又第3圖の如く熔解時間は同族元素に就ては原子量の大なる場合ほど大である。又金屬元素の族を區別せず、電弧電壓と熔解時間との關係を圖に示すと第4圖の如くなり、兩者は概ね双曲線的關係にある。然し精細に觀れば熔解時間の異なる場合双曲線的關係より少しく偏倚してゐる事が解る(點線は双曲線である)。此の偏倚は熔着中に於ける電弧の瞬間的消滅時間の總和に相當するとして柴田鯉淵兩氏は説明して居られる。

兎に角電壓 V, 熔解時間 T, 電流 I とすれば供給電氣エネルギーは VIT である。今僅少な被覆物の熔解、分解、氣化等に要する熱エネルギーは心線を熔解するに要する熱エネルギーに比し微小であり之を考慮の外に置くとすれば、何れの被覆を施せる棒に就ても一定長の棒を熔かすに要するエネルギーは等しいのであつて VIT = 一定 とならなければならない。柴田、鯉淵兩氏の實驗に於ては I を一定としたのであるから 結局 VT = 一定 であり、電弧電壓 V と熔解時間 T とは第4圖の如く概ね双曲線的關係にあるのである。

極軟鋼の裸棒を以て電弧を發生せしめるときは極軟鋼そのものの微小なる差異により、第5圖の裸と記せる場合の如く、電弧電壓も熔解時間も著しく異なるのであるが、之に被覆物質を塗布すると、電弧電壓及び熔解時間は其の物質固有の値を示す。例へばアルミナ塗布の場合には 37 ボルト、55

秒であり、炭酸石灰塗布の場合は 16 ボルト、145 秒となり、何れの心線に就ても殆ど同一となる。即ち電弧現象に及ぼす被覆の影響は著しく決定的である。

次に電弧は著しく強い光と熱とを発生し、電弧の高温に於ては、之を圍繞する大氣中の酸素は熔融金屬に對し活潑に作用すること勿論であるが、通常不活潑なる瓦斯として考へられてゐる窒素は、電弧の周圍では次の如く解離し約 3700°C に於て體積百分率で 0.3% 程度の原子狀窒素を生ず $\text{N}_2 \rightarrow 2\text{N}$

と言はれてゐる。そして此原子狀窒素は所謂發生機の原子であり、熔融鐵に活潑に作用し、熔着鐵中には多量の窒素が含まれ、第 6 圖に示せる Fe-N 系 2 元平衡狀態圖から容易に考へられる如く、熔着鐵は α 鐵の外に猶 Fe_3N なる化合物を含有するに至るのである。尤も、此の鐵-窒素系狀態圖に就ては定量的には疑義があり、佛人ボルテンは熔着鐵に就いて研究し第 7 圖の太い實線に示せる如き鐵側狀態圖を公にしてゐる。其の後私が熔着鐵に就て稍々精細に調べた結果によると、第 7 圖に於ける G' 點の位置は 0.07% N 附近にあり、此の程度以上の含窒素熔着鐵には α 鐵と Fe_3N とより成る共析晶が現はれるのである(之に就ては後に猶詳しく説明しよう)。裸棒を以て軟鋼材を熔接すると約 0.15% N 以上を含む熔着鋼が得られ熔接部は脆くなる。然るに被覆劑を施せる熔接棒を使用すると第 1 圖の如く残留被覆筒、瓦斯狀被包及び熔着金屬表面を蔽ふ滓等の保護作用により、窒素の侵入は著しく阻止されるのである。酸素の作用即ち酸化も同様に防止されることは言ふまでもない。

第 3 節 熔着金屬に及ぼす被覆劑組成の影響

熔接棒の被覆劑は多くの物質を配合して作られる場合が多く、又比較的少數の物質を配合する場合でも其の化學組成は複雑であることが多い。然し電弧の高温に於て燃焼又は分解して瓦斯となる部分と、高温に於て熔融するが瓦斯とならず所謂滓となり熔着金屬上に残留する部分との二つに大別することができる。後者は比較的熔融し易い耐火性物質で純粹の意味の熔劑であり、例へば石灰、珪石、アルミナ、マグネシア、螢石等は之である。石灰石 CaCO_3 は高温では分解し CaO と CO_2 とになるが、 CO_2 は瓦斯であるから散逸する部分で

ある。澱粉、紙等の有機物も亦燃焼して瓦斯となり散逸する。滓となる部分も、瓦斯となる部分も熔着に際し熔着金屬に諸種の影響を與へる。今主として純熔劑を極軟鋼心線に被覆せる熔接棒を用ひ熔接する場合、其の熔劑組成と熔着鋼の見掛の比重とが如何なる關係にあるかを數例に就て述べてみよう。第 8 圖~第 12 圖は私が前に行つて得た實驗結果を圖示せるものである。先づ熔劑成分として石灰 (CaO)、珪石 (SiO_2)、及びアルミナ (Al_2O_3) を配合し、其の一定量宛を心線に被覆せる場合、其の配合組成と熔着鋼の見掛の比重とは第 8 圖の如き關係にある。圖中の○點の位置は配合割合、括弧内の數字は熔融點(詳しく言へば共晶溫度)、括弧なき數字はそれぞれの複覆棒によつて得られた熔着鋼の見掛の比重値である。 SiO_2 の角頂に近づくにつれ熔着鋼の見掛の比重が小となることが解る(本講において掲ぐる見掛の比重値は V 型熔接部より採取せる三角滓に就て測定せるもので、普通行はれる全熔着金屬試片に就ての測定値よりは低い)。第 9 圖は又此の關係を別の形式で圖示せるもので、被覆熔劑中の珪石 SiO_2 が多くなるにつれ熔着鋼の比重値は小となつてゐる。之は SiO_2 の増すにつれ鋼中の炭素の燃焼損耗が多く、従つて多くの CO 瓦斯が生じ、結局燃着鋼中に残留し氣泡となる部分が多く見掛の比重が小となるものと考へられる。第 9 圖に於て RS 線の高さは心線鋼の炭素含量を示し、CD 線の高さは熔着鐵の眞比重である。同一 SiO_2 % に對する RS の縦座標と PQ のそれとの差が CD 線の縦座標と AB 線のそれとの差に相應して大となつてゐる事實は、上述せる説明の概ね妥當なることを證してゐる。

次に CaO と Al_2O_3 とを同量宛配合せる被覆劑に、更に種々の物質を 1 種宛種々の割合に加へて試験せる結果は第 10 圖~第 12 圖の如くで、添加物質の種類及び量によつて熔着鋼の見掛の比重が著しく變化するものであることが解るであらう。

被覆劑成分としてアルカリ金屬又はアルカリ土金屬の化合物を配合すると電弧安定となるので、黃血鹽が配合される場合が少くない。然し黃血鹽は $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ なる分子式を有してゐるから、電弧熔接に際しシアン瓦斯を分解放出し夫が熔着金屬に影響を及ぼす。即ち第 13 圖の如く被覆劑中

に黄血鹽が増すにつれ熔着鋼の見掛の比重は小となり、窒素含量は大となり、熔着部は脆くなるのである。

被覆剤中の純熔剤のみならず瓦斯発生剤及び脱酸剤は熔着鋼に著しい影響を興へる。瓦斯が還元性であれば熔着鋼は清浄となり、又適當なる脱酸性元素が適當量存すれば清浄鋼が得られ熔接結果は良好である。

第 4 節 熔着金屬に及ぼす被覆量の影響

被覆の化學組成が一定でも被覆量が異ると、熔着鋼の諸性質は著しく相異なるものである。第 14 圖～第 29 圖は私が前に行つた實驗の結果であり、被覆量の影響が良く現はれてゐる。

第 14 圖は極軟鋼心線に、石灰 40%、アルミナ 40%、無水珪酸曹達 20% より成る配合剤を種々の量被覆せる熔接棒を用ひて試験せる結果であり、被覆量の増すにつれ熔着鋼の見掛の比重は大となり、窒素含量は明かに低下してゐることが解る。第 15 圖 (イ) 及び (ロ) は熔接後焼鈍し爐中冷却せる熔着部の顯微鏡組織で、窒素含量と組織との關係が之によつて明瞭である。第 15 圖の No. 1, No. 2, No. 3, …… は第 14 圖窒素含量曲線に沿ふてゐる測定點に相應するもので、左より右へ番號が増してゐる。寫真中に比較的廣い面積を以て黒く現はれてゐる組織成分は第 6 圖から考へ得る如く約 590°C に於て γ 鐵から α 鐵と化合物 Fe_3N とが同時に析出して生じたもの即ち共析晶であり、Fe-C 系合金の組織成分たる波來土 (α 鐵 + Fe_3C) に相當する。又寫真中に針狀を呈して現はれてゐるものは、第 6 圖又は第 7 圖の示す如く、590°C 以下の温度で α 鐵より析出せる針狀窒化鐵 Fe_3N である。寫真の No. の増すにつれ、換言すれば被覆量が大となるにつれ共析晶は現はれなくなり、更に被覆量が増すと針狀窒化物も現はれなくなり、被覆量の増大と共に熔着鋼の窒素含量の減することが一目瞭然である。

第 14 圖の實驗に使用せる被覆剤のみならず一般に被覆剤の量が増せば熔着鋼の窒素含量は第 17 圖の如く低下する。然し熔着鋼の見掛の比重は、第 18 圖の如く被覆剤組成により被覆量と共に増す場合があり、又減する場合もある。従つて殆ど見掛の比重が變化せぬことも有り得る譯である。

市販の被覆棒の化學組成は一般に公表されてゐ

ないが種々であり、被覆量も著しく相違してゐる。今暫く化學組成を問題とせず製法にのみ着眼して熔着鋼の諸性質を圖示すると第 19 圖～第 28 圖の通りである。即ち第 19 圖に示す如く實用棒の被覆量が増すにつれ、大體として熔着鋼の窒素含量は低下し、見掛の比重が増してゐるのは、實用棒に於ては被覆して却つて熔着鋼の見掛の比重が小となる如き不適當なる組織は自然に淘汰されて少なくなつてゐるからである。第 16 圖は軟鋼板を V 型に衝合せ熔接せる部分の X 線透過寫真であり、V 型熔着鋼の見掛の比重が大となるにつれ、X 線透過寫真に現はれる白點即ち氣泡共の他の缺點の少なくなつてゐることが明かである。

次に熔着鋼の機械的諸性質は被覆量と共に大體に於て良好となる。即ち第 20 圖の如く延伸率は増大し、又第 21 圖の如くシャルピー衝擊値は著しく増大する。測定點が分散してゐて大體の傾向線より著しく偏倚してゐる點があるのは、市販熔接棒の被覆剤の化學組成が各々違つてゐるためである。兩圖によつて明かな如く、靜的強さ即ち抗張力及び降伏點に對しては被覆量の影響は認め難い (第 20 圖に示せる抗張力を測定せる試片と第 21 圖に示せる抗張力を測定せる試片とは、形狀及び寸法を異にしてゐるため同一被覆棒による熔着鋼に就ての測定値が兩圖に於て異つてゐるのである)。被覆量の増大による窒素含量の低下は〔熔着鋼の變形能を増すが〕靜的強さを減じ、又被覆量の増大による見掛の比重の増大は靜的強さを増し、兩影響が互ひに補償するから、被覆量が變化するも熔着鋼の強さに變化が無いのであると考へられる。

次に被覆剤中の瓦斯発生剤の影響に就て述べよう。第 19 圖の實驗値を、使用被覆剤の加熱重量減少率で大體三つに分類し三つの圖に表はしてみると第 22 圖、第 23 圖、第 24 圖が得られる。加熱重量減少率が大なる場合即ち熔接に際し瓦斯となり發散する部分の多い場合程、熔着鋼の窒素含量が被覆量の増大につれ低下する度合が急勾配である。そして又熔着鋼の見掛の比重が増大する度合も急勾配である。此の事は熔着鋼の延伸率に就ては第 25 圖の如く現はれ、又衝擊値に就ては第 26 圖～第 28 圖の如く明瞭に現はれてゐる。即ち特に化學的に有害なる性質を有する瓦斯の場合を除き、一般には瓦斯が熔接に際し發生する程第 1 圖

に示せる瓦斯狀被包が完全であり、大氣中の酸素及び窒素の熔融鐵への侵入が阻止されるから、上述の如き傾向が現はれるのであると考へられる。然し熔接棒の被覆量が増すにつれ電弧熔接に際し消費される電氣エネルギー、換言すれば供給される熱量は大となるのであつて、第 29 圖は此の傾向を示してゐる。

第 5 節 熔着金屬に及ぼす心線組成の影響

軟鋼を熔接するに現今採用されてゐる心線鋼は、前にも述べた如く極軟鋼心線であつて、炭素、磷、硫黄のみならず、滿俺も珪素も少い方がよいと考へられてゐるのが通例である。然し裸棒として使用する場合は別とし、被覆剤を施して電弧熔接する場合には、既に第 5 圖に於て述べた如く、電弧現象に及ぼす被覆剤の影響が顯著であるため、心線中に少し位の特殊元素又は滿俺及び珪素の如き普通に鐵鋼中に含まれてゐる元素が稍と多量存するも熔接操作上困難は殆ど認められない。

然し熔着鋼の諸性質特に機械的性質に及ぼす心線組成の影響に就ては大いに注目せねばならない。磷や硫黄の悪影響に就ては言ふ迄もないので、之等元素は心線中に成る可く少いことが要望されてゐる。鋼に就ては少い方がよいとされてゐるが熔接の場合の有害程度に就ては確實なる實驗結果は無いやうである。心線の滿俺及び珪素含量に就ては從來比較的少いものがよいとされてゐるが、其の根據は薄弱であり、之に就ては今後大いに攻究を要する。

第 6 節 軟鋼用熔接棒心線の滿俺及び珪素含量に就て

軟鋼用熔接棒の心線としては、從來滿俺及び珪素含量の少い極軟鋼即ち不鎮靜低炭素鋼が用ひられてゐる。滿俺は 0.25~0.45%、珪素は 0.04% 以下であつて、此の許容範圍を圖示すると第 30 圖に於ける矩形 ABFE となる。

然し從來の被覆棒に於ては多くの場合被覆剤中に脱酸剤としてフェロマンガンの粉末を配合し或ひはアルミニウムの針金を心線に捲き付けた後被覆剤を塗布する等の方法を講ずるのであつて、結局は脱酸剤を使用してゐるのである。日本製鐵株式會社の故元森技師は、種々の滿俺含量を有する鋼心線を作り之等に海軍用被覆剤を塗布し熔接試

驗を行ひ、熔着鋼の滿俺含量を分析決定し、第 31 圖を公にされた。之によると心線中の滿俺含量は 0.3% 程度でも熔着鋼の滿俺含量は約 0.65% にも及んでゐるのであつて、被覆中の金屬滿俺又は滿俺化合物から多量の滿俺が熔着鋼中に入つて來てゐることが明瞭である。そして同氏は心線の滿俺含量としては 0.3% 程度が適當であらうとの見解を主張せられたのであるが、同氏の實驗値を嚴密に検討するときは、此の根據の薄弱なことが解る。

熔接棒の心線及び被覆には熔接條件に應じて適當量の脱酸剤が必要なのであつて、それが必ずしも被覆中にある必要はなく心線中に含有せしめるのも一方法である。私は前に Mn, Si 及び Al を種々の割合に含む低炭素鋼心線に就き實驗を行ひ、第 21 圖中に○點を以て示せる範圍の好結果を得た。同圖に於て△點及び●點は從來の軟鋼用心線換言すれば、脱酸性元素の少い心線の被覆棒による結果であつた、又○點を以て示せる測定値は脱酸性元素を稍と多量に含む心線による結果であつた、即ち滿俺、珪素を稍と多く含む心線による熔着鋼の衝擊値は著しく優秀である。そして當時私は第 30 圖に於ける矩形 GHIJ 内で示される程度の滿俺及び珪素含量の心線鋼は有望であらうと考へた。

其の後永い間心線の研究を續けてゐるのであるが目下適當と思はれる組成は曲線 OR'Q'P' と前記矩形の 2 邊 GJ, JI との形作る三角形内の點で表はされる如き滿俺及び珪素含量の心線鋼が適當であり、特に (×6) 點で示される程度の組成が最も好適であると考へるに至つた。そして之は次の實驗的根據を有してゐる。

螢石 (CaF₂) を含まず且つ脱酸性元素を含まぬ被覆剤を塗布する場合には、直線 L 上の點で示される組成の心線に就ては滿俺及び珪素が増す程即ち心線組成が右上方へ進むにつれ、或は滿俺含量迄は熔着鋼の見掛の比重、抗張力及び延伸率が増大する。又直線 M 上の點で表はされる組成の心線に就ての研究によれば、熔着鋼の見掛の比重及び延伸率は曲線 OR'Q'P' と直線 M との交點で示される組成の心線鋼を使用する場合極大を示す。即ち心線中の珪素含量の増すにつれ脱酸効果により熔着鋼の性質は良好となるが、概ね前記交點を越えると SiO₂ を主とする非金属介在物を混

在するに至るため熔着鋼の性質は低下するのであらう。斯る根據により前述の如く(×6)點附近の組成を有する心線が良好である。尤も之を使用する場合、塗布すべき被覆剤には滿俺又は珪素を全く含有せしめないか或ひは其含量を僅少とするのである。斯くすれば熔接棒製造のために要する滿俺量は却つて低下し、均様な熔接部が得られるのであつて、斯る滿俺及び珪素含有心線を使用することは極めて有望であり、此の種の心線を半工業的に攻究し實用するやう努めることは我國熔接界に於ける目下の急務であると私は信じてゐる。

第7節 熔接歪に及ぼす被覆量の影響

電弧熔接を行ふと、電弧熱によつて母材の一部は強熱せられ結局不均一加熱を受けるために構造物は弾性變形のみならず塑性變形を起し、常温に冷却せる後も歪が残留するものである。従つて又熔接應力が殘留する。熔接歪及び熔接應力の分布状態は被熔接物の形状熔接施行の順序及び其他の熔接條件によつて異り、簡單には述べ難い。然し拘束の下に於て熔接が行はれる場合には、大體に於て一定長の熔接線を熔着するに熔接熱を多く與へる程、熔接線に垂直方向の熱歪は多く應力も大きい。従つて此の傾向が著しい場合には熔接線に平行方向の割れを生ずることがある。然し熔接線に平行方向の歪及び應力の分布は緩かなる變化を示し熔接線に垂直方向の割れ即ち横割れは起り難いのである。

熔接棒の被覆が増せば後掲第29圖の如く、供給電氣エネルギー従つて母材に與へられる熱量は増大するものであつて、此の意味に於て被覆量は熔接構造物の歪及び應力に影響するものであることが解る。

第8節 熔着金屬内割れに及ぼす心線組成の影響

結合された母材は前節に述べた如く、熔接熱により歪を受け應力を生ずるのであるが、熔着金屬の變形能が熔接歪に耐へ得れば割れは起らない筈である。そこで熔接歪を大とせざるやう熔接施行法を攻究すると同時に又使用熔接棒に留意し、熔接歪が大なる場合には之に相應して變形能大なる熔着鋼を生ずるやうな熔接棒心線及び被覆を選択せねばならない。従つて熔着鋼の性質のみから考へれば厚被覆が望ましく、熔接應力を減ずるため

には被覆が餘りに厚くないことが望ましい場合があるのであつて、適當なる被覆厚さの存することが理解できる。又心線に就ても變形能大なる熔着鋼を生ずる如き心線組成を選ぶことが重要である。即ち適當なる脱酸性元素を適當量含有する心線を用ひることが肝要である。

次に諸種の兵器用又は航空機用の強靱鋼を熔接する場合には、それ等性能上の要求に基き母材と同質の心線鋼を用ひることが望ましいのであるが、斯る強靱鋼は變形能が小であり、特に熔着金屬は鑄造又は鑄造後少しく焼鈍された状態であるに過ぎないから、熔接歪に耐へ難く、熔着金屬内割れ即ちビード割れを生ずることが少くない。そこで熔着部の強さに對しては母材と同程度には要求せず、専ら母材の結合が完全であり龜裂を生ぜぬ程度で満足する場合が多い。斯る目的には變形能大なる熔着鋼が適當である。此の意味に於て18% Cr, 8% Ni 不銹鋼が屢々被覆棒の心線として用ひられた、然し之は從來有り合せの鋼を用ひたのであつて、上述の目的に良く適合する熔接棒心線としては、Cr 又は Ni 或は兩者を更に多く含有する心線が適當である。之に關しては私が前に行つた實驗結果がある。第32圖~第37圖及び第4表並びに第5表は其の結果の一部である。第32圖中のB, C, D, E, F, H, J, K 及びL點は試験せる熔接棒心線のNi及びCr含量を示し附記せる數字は其の點の示す組成の心線被覆棒を用ひて得たる第1層熔着鋼のピツカース硬度である。従つて各點の示す組成の合金の硬度ではない。熔着に際しCrは酸化減耗し又Ni及びCrは圖中のP點で示される組成を有する母材の一部熔融により稀釋されて結局得られる熔着鋼の化學組成は變化し、例へばBなる心線による熔着鋼はRの如くなると考へられる。即ちB點に附記せる硬度449はR點の示す熔着鋼の硬度である。同圖を見れば心線のCr及びNiの増すにつれ熔着鋼の硬度は小となり變形能の大となることが略々想像される。第33圖は同様に第2層熔着鋼に就てである。又第36圖は市販熔接棒の心線組成と熔着鋼の硬度との關係を圖示せるもので第32圖と略々同一傾向にあることが明かである。又第37圖は3種の市販棒を使用せる場合の熔着鋼各層の硬度を比較せるものである。私は熔着鋼内割れと心線組成との關係を研究するため特に都合よい試片を考

第 4 表 熔接棒ビード割れ

(イ) 実験室に於ける試作棒による研究結果

熔接棒 心線	試験 回数	ビード割れ を生ぜる 試片数	ビード割れ 発生頻度
B	10	10	10/10
L	10	1*	1/10*

(ロ) 市販熔接棒による研究結果

熔接棒	試験 回数	ビード割れ を生ぜる 試片数	ビード 割れ発生 頻度	F型熔着 鋼延伸率 %
角丸 No. 23	10	9	9/10	7.1
クロメンド B	10	4	4/10	31.0
タセト No. 2	10	1*	1/10*	49.7

第 5 表

熔接棒の名称	V型熔着鋼の機械的性質	
	抗張力kg/mm ²	延伸率%
角丸 No. 23	48.9	7.1
クロメンド B	64.6	31.0
タセト No. 2	64.9	49.7

案し、遂に第 38 圖に示せる角型特殊試片を作つた。圖中の中央に設けた衝合型の V 溝を、第 32 圖(又は第 33 圖)及び第 36 圖に示せる Ni-Cr 鋼心線の被覆棒を用ひ 3 層に熔着せる後、ビード内に於て割れが起つたか否かを仔細に調べ第 4 表(イ)及び(ロ)の結果を得た。即ち(イ)表の示す如く第 32 圖中の B 點で表はされる組成の心線鋼を使用する場合には 10 枚の角型試片の何れにも熔着鋼内割れが現はれたが、L 點で示される組成の心線鋼によるときは 10 枚の試片中僅に 1 枚に極めて輕微なる毛割れが生じたに過ぎない。同様に第 36 圖の諸點にて示される心線を用ひての結果は第 4 表(ロ)の如くである。第 5 表は又同じ市販熔接棒によつて得られた V 型熔着鋼の機械的性質である。之等の結果を總合すれば、軟い熔着鋼換言すれば延伸率(變形能)大なる熔着鋼を生ずる如き心線鋼を使用する場合にはビード内割れ即ち熔着鋼内割れは生じ難い傾向にあることが理解できる。熔着鋼を軟にするには、心線の Ni 及び Cr 含量を増せば良いが、又 Mo を心線中に含有せしめ置くも一方法であり、第 34 圖は之を示してゐる。然し Ni 及び Cr 含量が既に高い場合には Mo を添加し置くもそれ以上は軟くな

らないのであつて第 35 圖は之を示してゐる。

猶我國の現状に於ては Ni 資源乏しく Ni-Cr 大洲田鋼心線を廣く使用することは困難である。そこで上述の原理を良く考へ、Ni を含まざる他の型の大洲田鋼心線例へば Mn-Cr 大洲田鋼を使用すべきである。

第 9 節 熔接棒及び熔接條件の選擇

熔接棒の被覆や心線が優秀であつても、熔接すべき母材に適當する熔接棒の種類及び棒徑を選ばねば良好なる熔接結果は望み得ない。

熔接部の強さが殆ど問題とならず唯結合してゐればよい程度の構造物を熔接する場合、又は假付を行ふ場合には、優秀なる被覆棒を用ひず、裸棒又は薄被覆棒で間に合せることが出来る。強さ特に耐衝擊性を必要とする構造物の熔接には厚被覆棒又瓦斯發生量大なる被覆棒を採用する。焼入後低温焼戻せる特殊鋼を熔接する場合、熔着鋼内割れを阻止する(更に母材變質部附近割れ又は厚質部内割れを輕減する)ためには、變形能大にして強さも稍大なる大洲田鋼型熔接棒を使用するのが適當であることは既に前節に於て述べた通りである。

又良好なる熔着金屬、僅少なる熔接歪並びに適當なる熔接應力状態を得るには、母材の大きさ特に厚さに應じ適當なる棒徑を選ぶことが肝要である。薄板には細徑棒を使用し厚板には太徑棒を使用するのを通例とする。

次に熔接棒の種類及び棒徑並びに板厚に應じて熔接電流を適當に選ばねば良好なる熔接結果は得られない。一定の熔接棒に就ては其の被覆劑組成により電弧電壓が概ね決まることは既に第 2 表、第 3 表及び第 2 圖に依つて説明した。そして柴田晴彦博士は軟鋼材熔接の場合の適當電流を第 39 圖及び第 40 圖に従つて決定し得ることを主張して居られる。例へば厚さ 9 耗の軟鋼板を心線徑 4 耗なるフリートウエルド棒を以て熔接するとしよう。電弧電壓を實測すると約 25 ボルトであつた。そこで第 39 圖に於て 4 耗と記せる直線と 25 ボルトに相當する點線との交點を求め、其の交點より縦線を引き適當なる熔接電流として 115 アンペアを求め得ると言ふのである。又第 40 圖は心線直徑 4 耗なる熔接棒を種々の厚板に對し使用する場合、先づ電弧電壓を測定し、それより適當熔接電流を求め得る方式を示してゐる。斯る方式により

概ね適當なる電流値を推定し、更らに少しく實用の上、適否を精細に検討して最も妥當なる熔接電流を確め、其の結果を廣く應用することが安全であらう。

特殊鋼材を熔接する場合には、熔接時の母材の熱的狀態を特に考慮する必要の起ることがある。即ち被熔接板に於ける熔接割れを防止するため、豫熱を行つて熔接するとか、熱間熔接するとか或ひは熔接後短時間以内に後熱を行ふとかの諸方法が問題となる。母材の鋼種及び熔接構造物の性能等を考慮し、それぞれ適當なる方法を講ずる。

結 言

紙數の關係上、瓦斯熔接用の熔加材即ち熔接棒には觸れず、又金屬電弧熔接棒の内、非鐵金屬及び鑄鐵に對するものに就ては説明せず、専ら鋼用電弧熔接棒に就て大略を述べたに過ぎない。

又實用に際して準據すべき諸規格等に觸れず、熔接棒の本質の解明に意を注ぎ、熔接棒を中心とする熔接現象を系統的に紹介した次第である。近年ニオンメルト法と稱する電弧熔接法が研究せられ、我國に於ても實用されんとしてゐるが、此の方法に使用される鋼種及びフラックスに就ては述べなかつた。

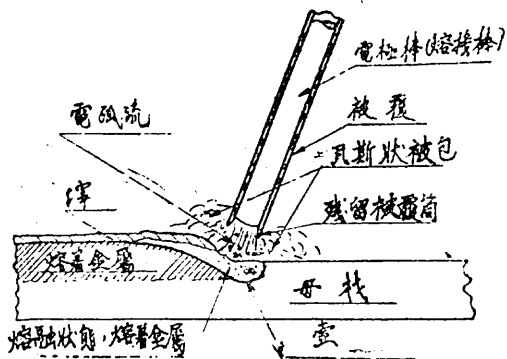
熔接棒は熔接成績を支配する重大因子であるから、熔接棒の本質を正しく把握し、適切なる製造法と妥當なる使用法に據ることが大切である。然し熔接棒を使用する際に起る現象は電氣的、冶金的及び力學的の自然現象であり、實に多岐に互つてゐる。又被覆及び心線材料を検討するときは實に複雑である。

従つて熔接棒を科學的に整然と取扱ふには未だ諸種の困難があるのであるが、今後大いに研究を進め、朦朧たる部分を解明して、熔接棒の製造及び使用上の科學技術的根據を確立せねばならない。

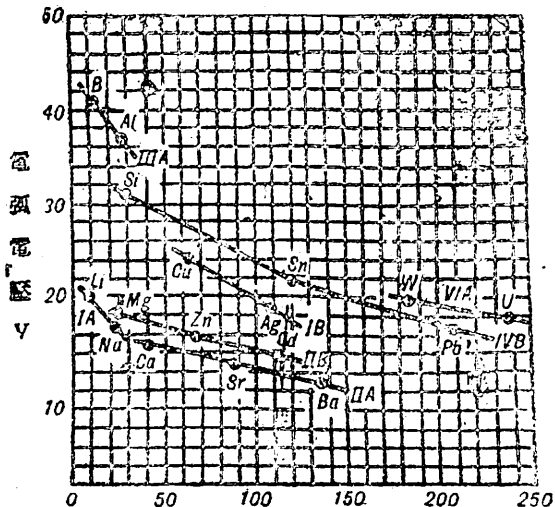
熔接關係者の熱意ある研究と工夫とを切望して止まない。

編者・名古屋帝國大學教授・熔接研究所員・工學博士

X X X

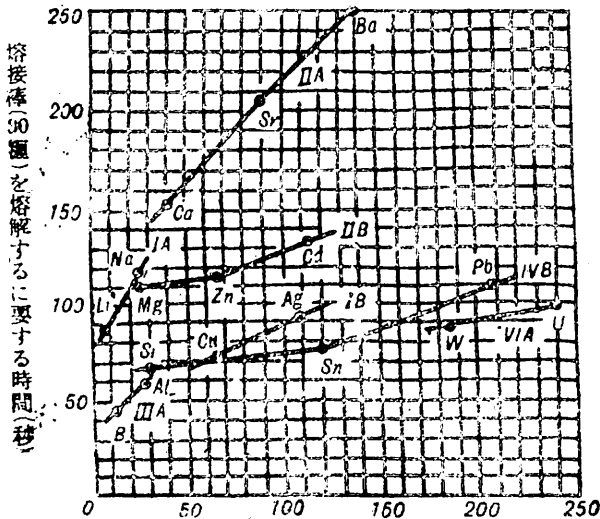


第 1 圖



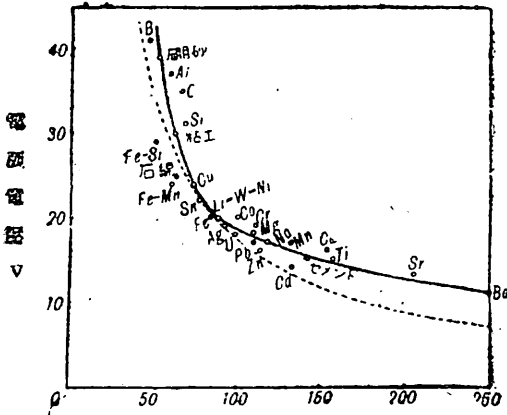
備考： 熔接機——差働複捲式直流電弧熔接機
 熔接棒心線——東京製鋼株式會社白印直徑 4 mm.
 被覆の厚さ——約 0.5 mm, 電弧電流-100 A.
 糊着劑——布海苔 2%, 正極性採用

第 2 圖

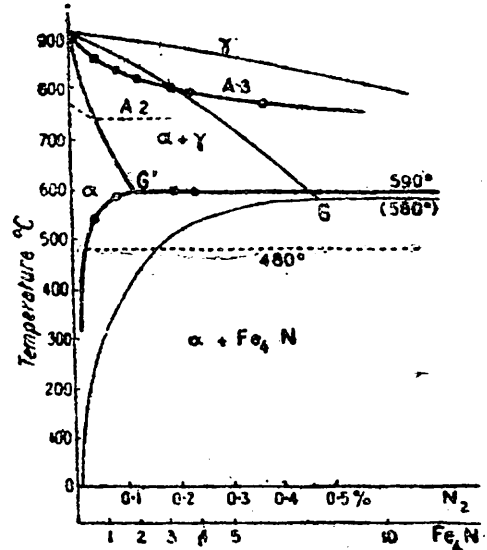


被覆物質を構成する金屬元素の原子量

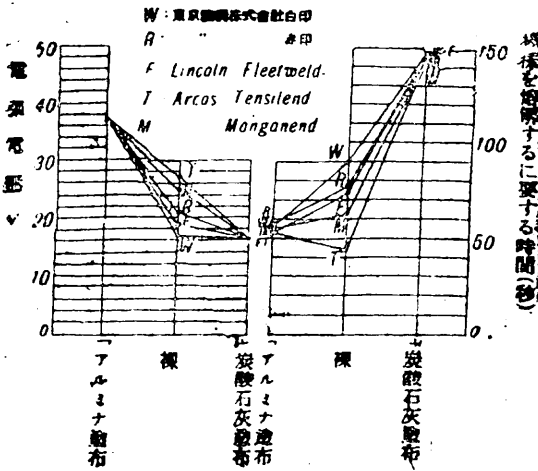
第 3 圖



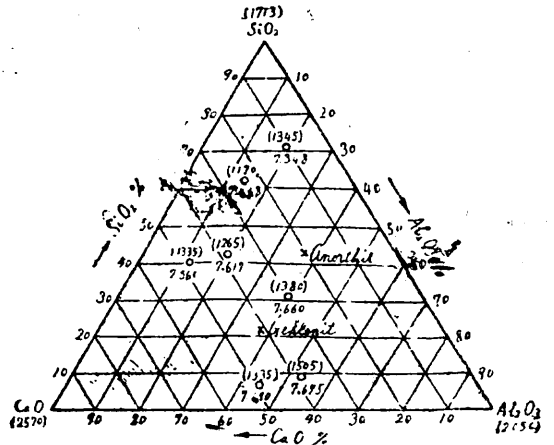
熔接棒(30種)を溶解するに要する時間(秒)
第4圖



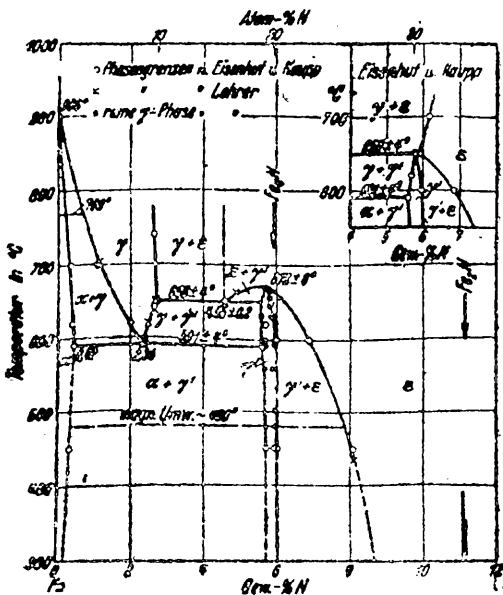
第7圖



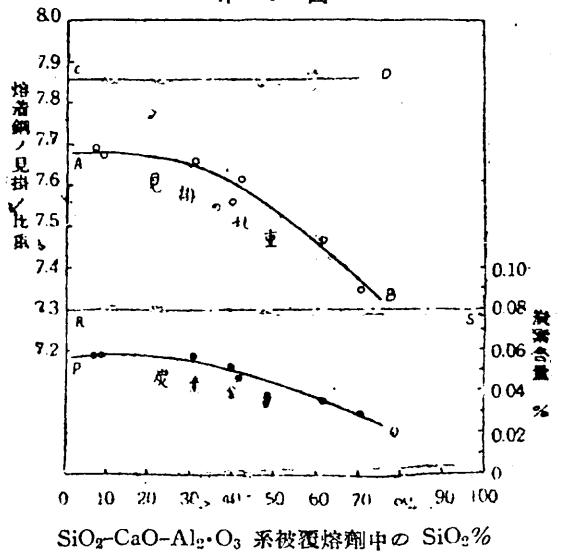
第5圖



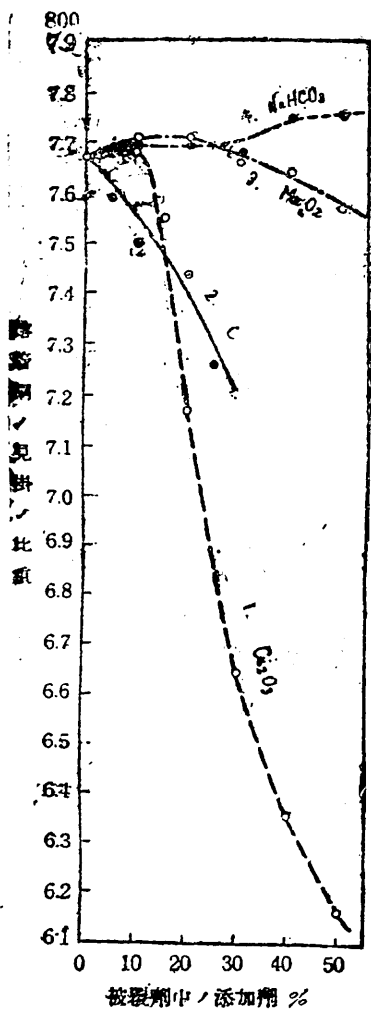
第8圖



第6圖

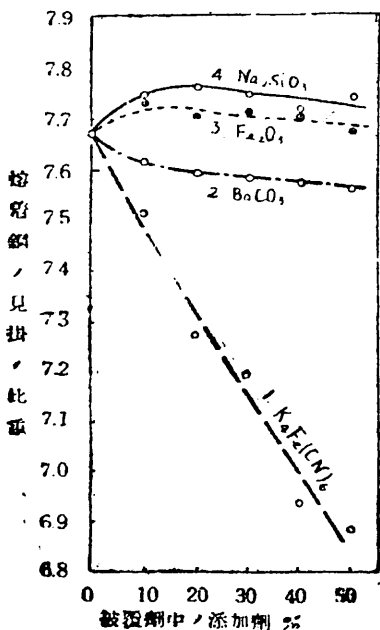


SiO₂-CaO-Al₂O₃系被覆熔剤中のSiO₂%
第9圖



被覆劑中 / 添加劑 %

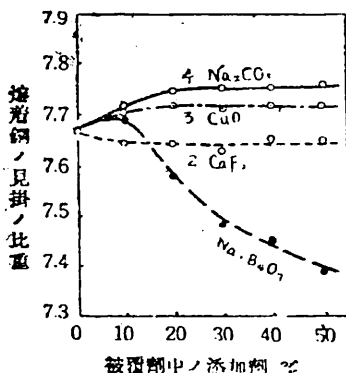
第 10 圖
主熔劑：50% CaO, 50% Al₂O₃



被覆劑中 / 添加劑 %

第 11 圖

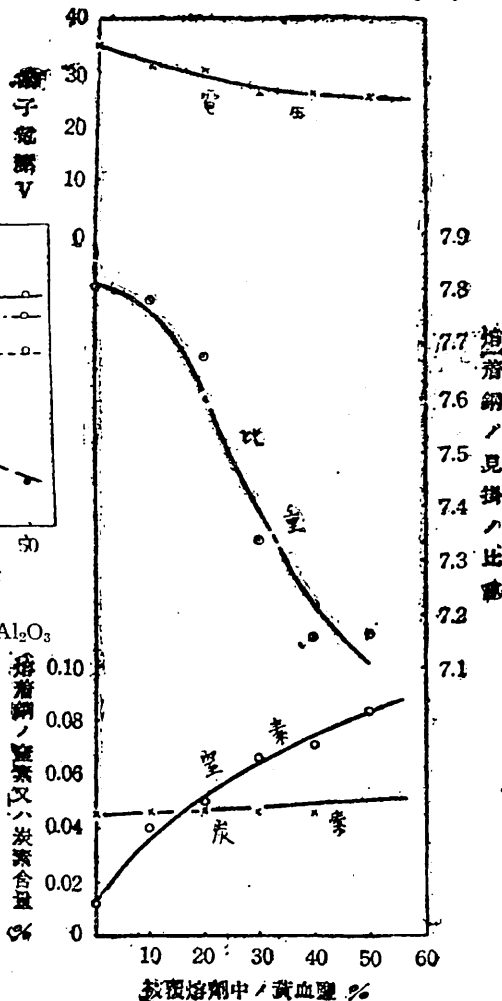
主熔劑：50% CaO, 50% Al₂O₃



被覆劑中 / 添加劑 %

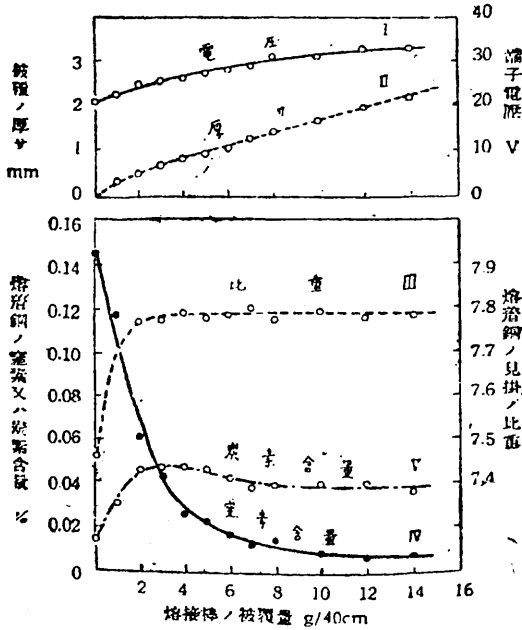
第 12 圖

主熔劑：50% CaO, 50% Al₂O₃



被覆劑中 / 黃血鹽 %

第 13 圖



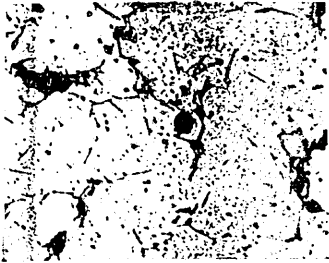
熔接棒 / 被覆量 g/40cm

第 14 圖

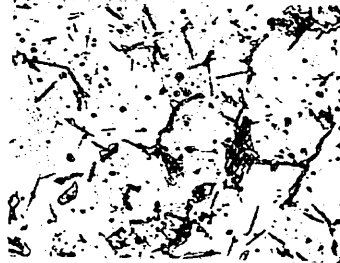
主熔劑：40% CaO, 40% Al₂O₃, 20% Na₂SiO₃

第 15 圖 (1) 顯 微 鏡 寫 眞

試片：V 型熔着鋼，950° に 30 分間燒鈍爐中冷却。 腐蝕液：5% 硝酸アルコール溶液。 倍率：300。



No. 1. 0.139% N, 0.019% C



No. 2. 0.118% N, 0.031% C



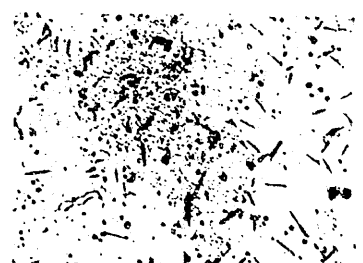
No. 3. 0.061% N, 0.046% C



No. 4. 0.043% N, 0.046% C

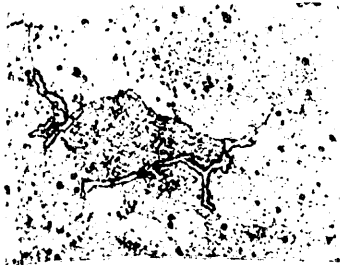


No. 5. 0.026% N, 0.047% C

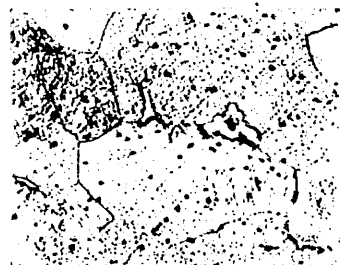


No. 6. 0.023% N, 0.046% C

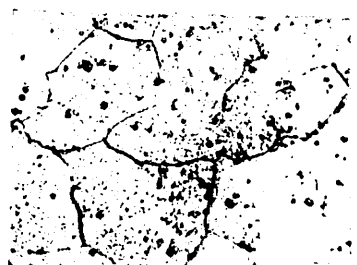
第 15 圖 (ロ)



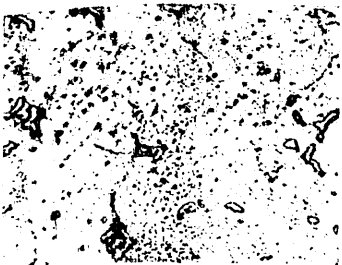
No. 7. 0.017% N, 0.043% C



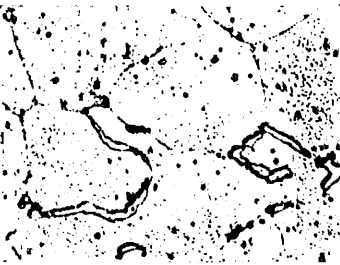
No. 8. 0.013% N, 0.039% C



No. 9. 0.015% N, 0.040% C



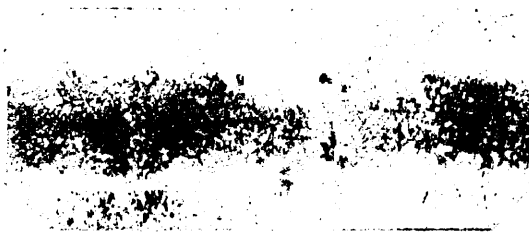
No. 10. 0.009% N, 0.041% C



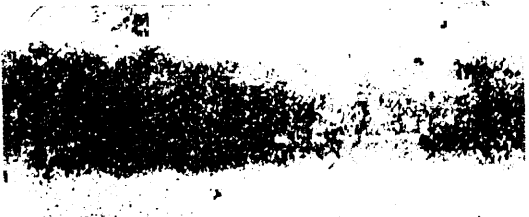
No. 11. 0.007% N, 0.041% C



No. 12. 0.008% N, 0.037% C



No. 1. 熔着鋼の見掛の比重 7.449



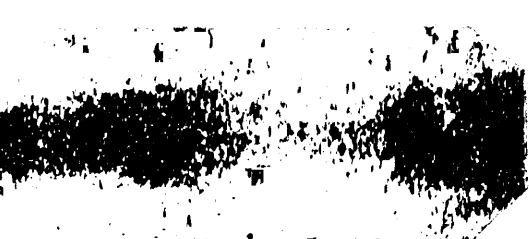
No. 2. 熔着鋼の見掛の比重 7.566



No. 3. 熔着鋼の見掛の比重 7.781

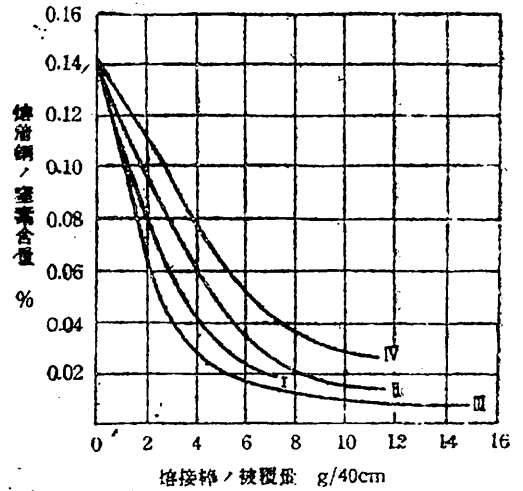


No. 4. 熔着鋼の見掛の比重 7.818



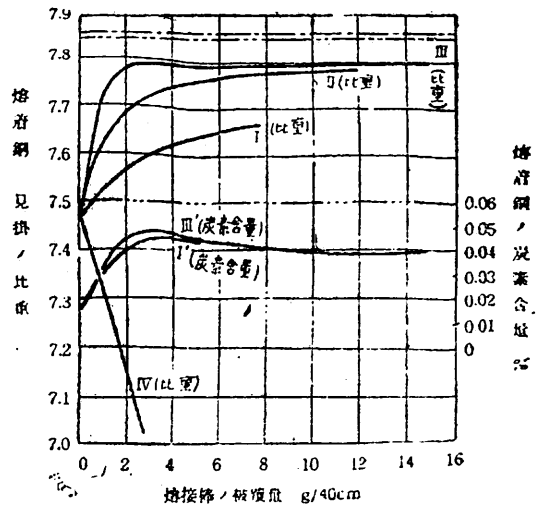
No. 5. 熔着鋼の見掛の比重 7.834

第 16 圖 軟鋼板 V 型衝合熔接部の X 線透過寫眞



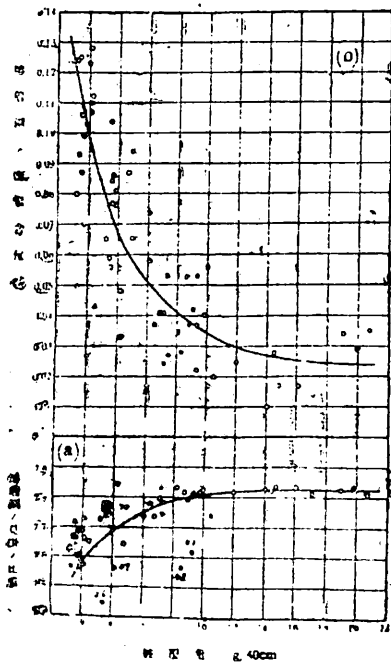
- 曲線 I: $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2 \text{SiO}_2$ なる熔剤に依る結果
- 曲線 II: 50% CaO , 50% Al_2O_3 "
- 曲線 III: 40% CaO , 40% Al_2O_3 ,
20% Na_2SiO_3 "
- 曲線 IV: 35% CaO , 35% Al_2O_3 ,
30% Cr_2O_3 "

第 17 圖

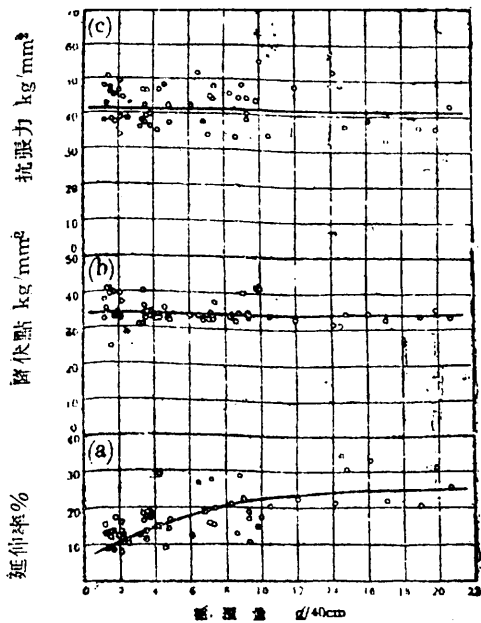
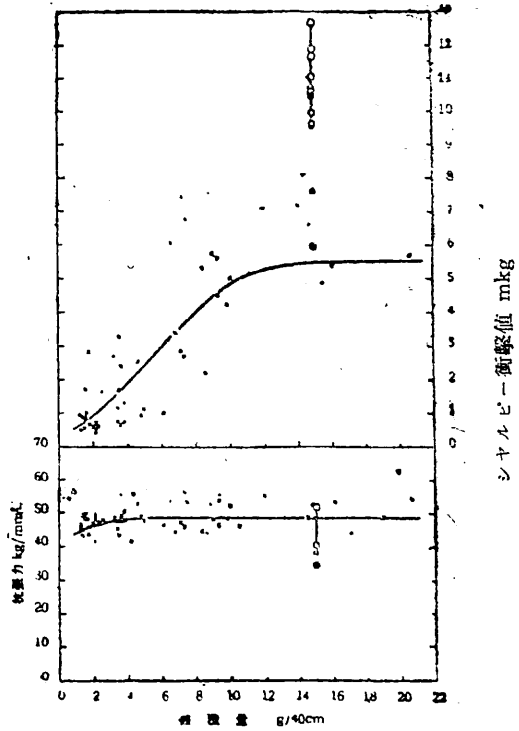


- 曲線 I 及 I': $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2 \text{SiO}_2$なる熔剤に依る結果
- 曲線 II : 50% CaO , 50% Al_2O_3 "
- 曲線 III 及 III': 40% CaO , 40% Al_2O_3 ,
20% Na_2SiO_3 "
- 曲線 IV : 35% CaO , 35% Al_2O_3 ,
30% Cr_2O_3 "
- 線の高さは熔接棒心線の比重 (7.858) を示す。
- 線の高さは被熔接板たる軟鋼の比重 (7.849) を示す。
- 線の高さは熔接棒心線の炭素含量 (0.06%) を示す。

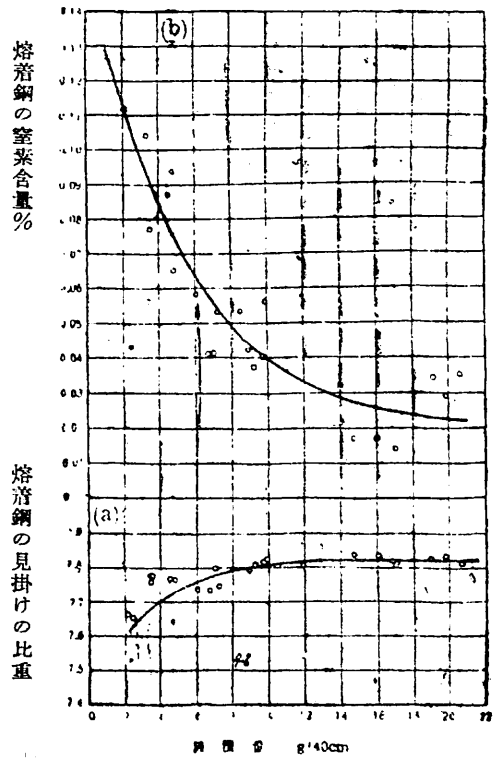
第 18 圖



第 19 圖

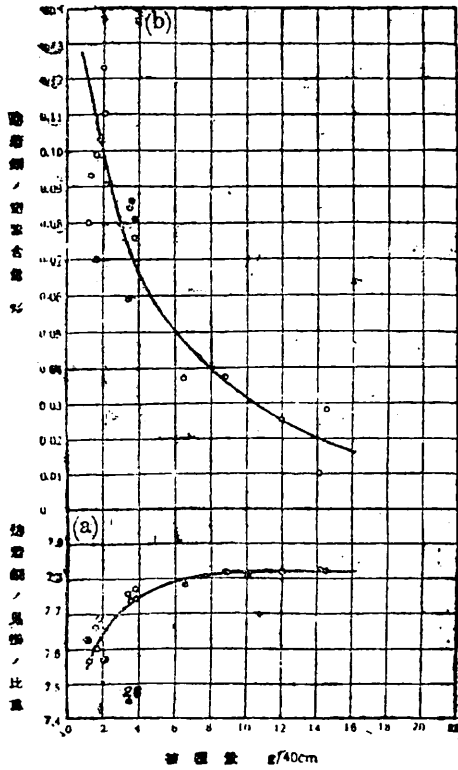


第 20 圖



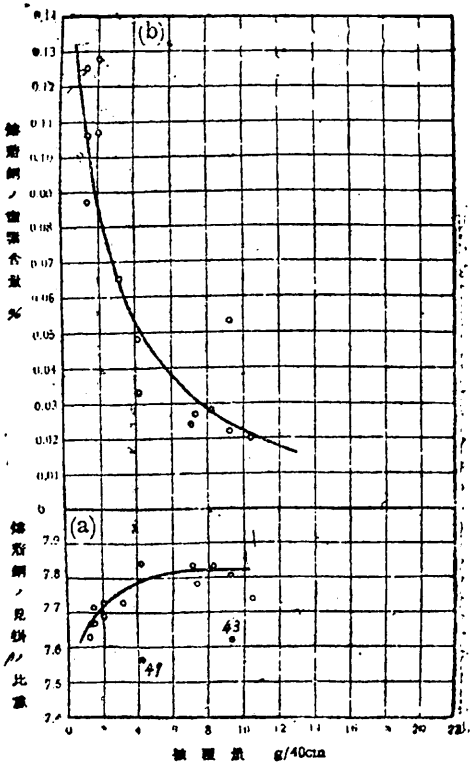
被覆剤の加熱重量減少率が 10% 未滿なる場合

第 22 圖



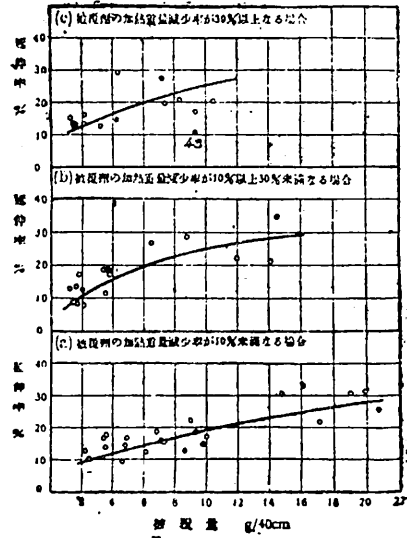
被覆剤の加熱重量減少率が10%以上30%未滿なる場合

第 23 圖

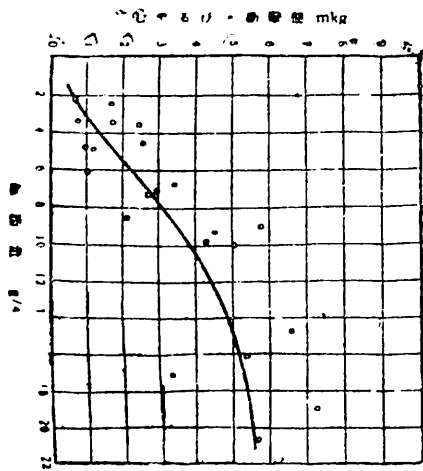


被覆剤の加熱重量減少率が30%以上なる場合

第 24 圖

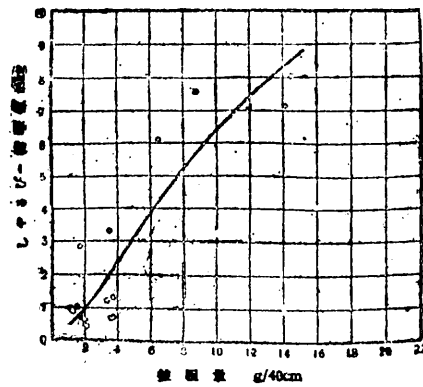


第 25 圖



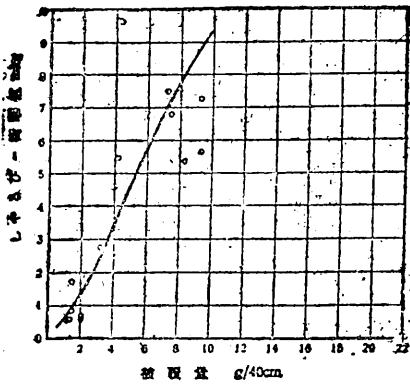
被覆剤の加熱重量減少率が10%未滿なる場合

第 26 圖

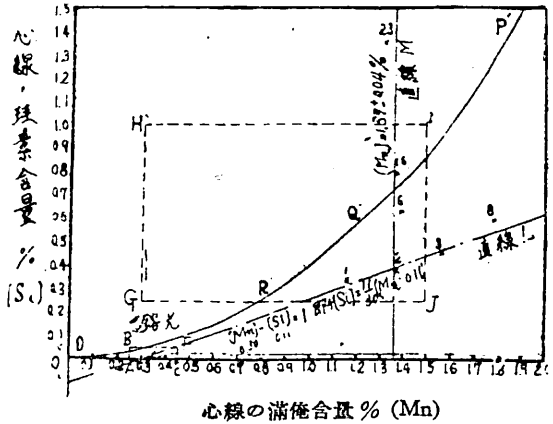


被覆剤の加熱重量減少率が10%以上30%未滿なる場合

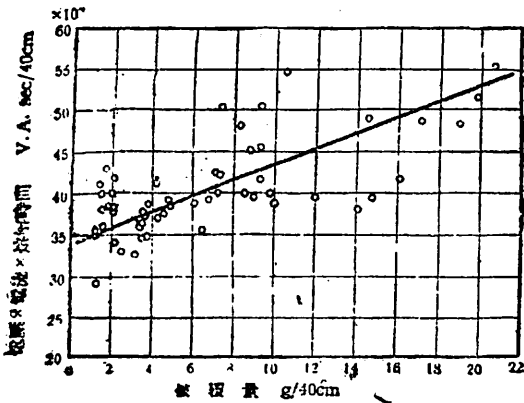
第 27 圖



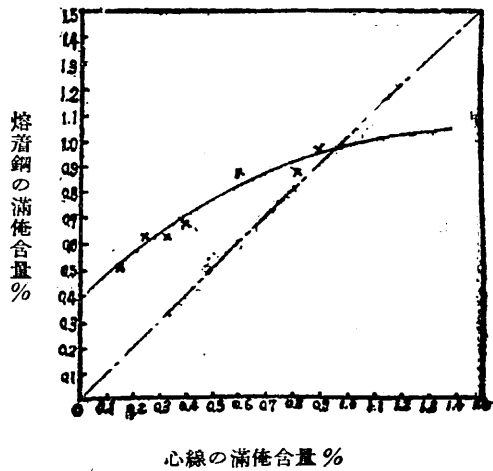
被覆剤の加熱重量減少率が30%以上なる場合
第 28 図



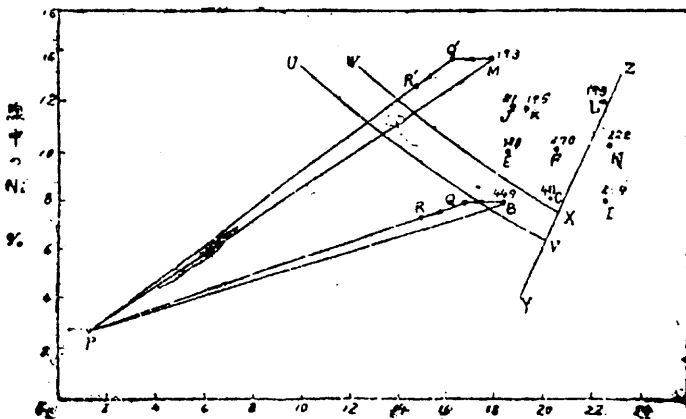
心線の満飽含量 % (Mn)
第 30 図



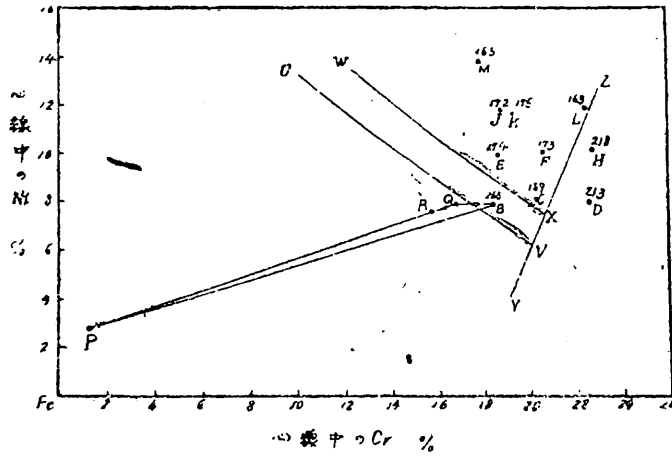
第 29 図



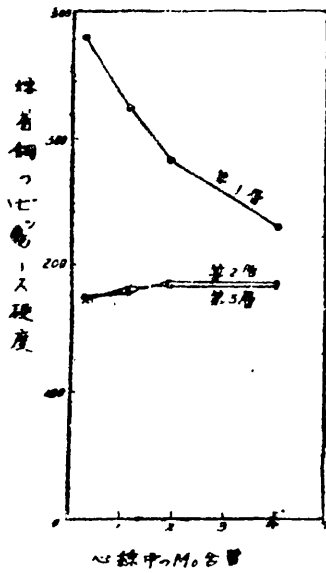
第 31 図



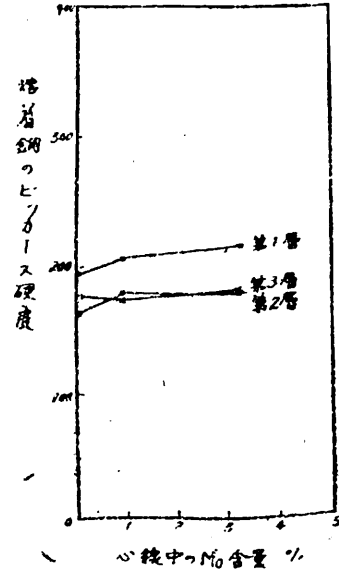
第 32 図 V 型熔着鋼縦断面第 1 層の硬さと使用熔接棒心線の Ni 及 Cr 含量との関係



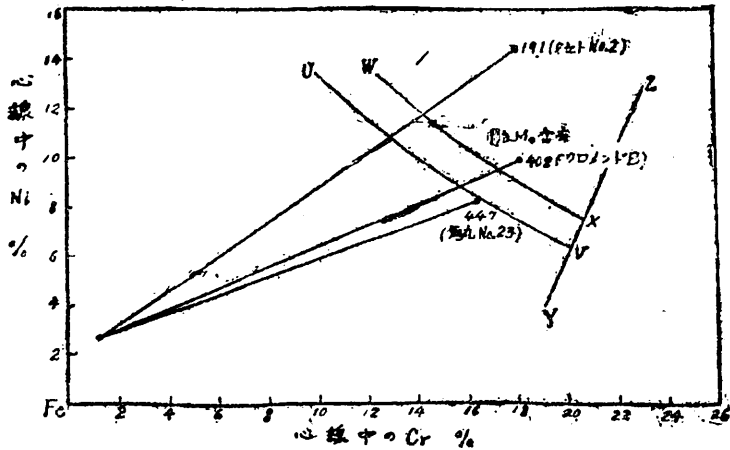
第 33 圖 V 型熔着鋼縦断面第 2 層の硬さと使用熔接棒心線の Ni 及び Cr 含量との関係



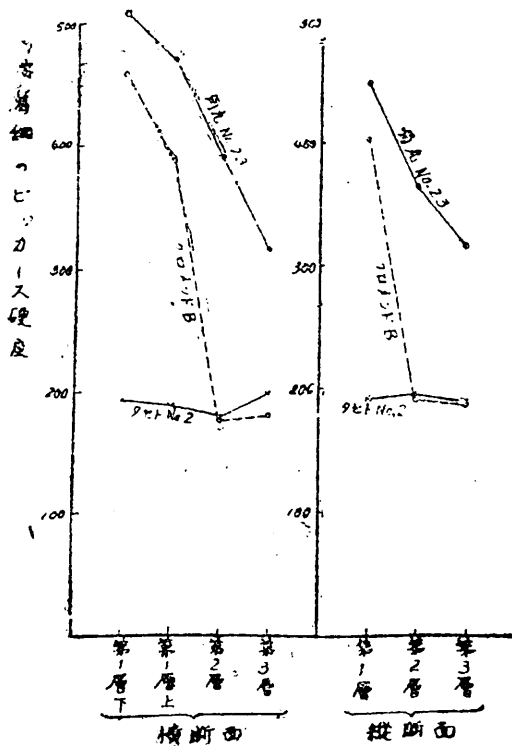
第 34 圖 約 10% Ni 及び 18% Cr の外に Mo を含有する心線を使用する場合



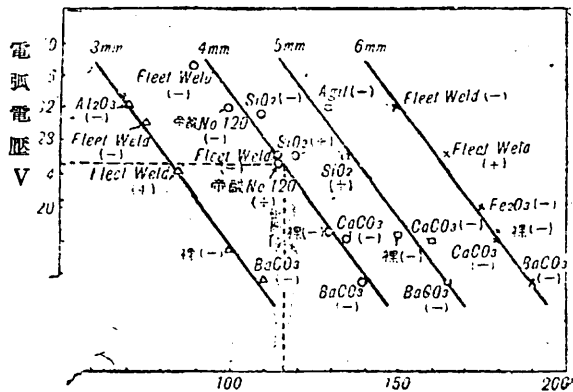
第 35 圖 約 12% Ni 及び 22% Cr の外に Mo を含有する心線を使用する場合



第 36 圖 V 型熔着鋼縦断面第 1 層の硬さと使用電極棒心線の Ni 及び Cr 含量との関係



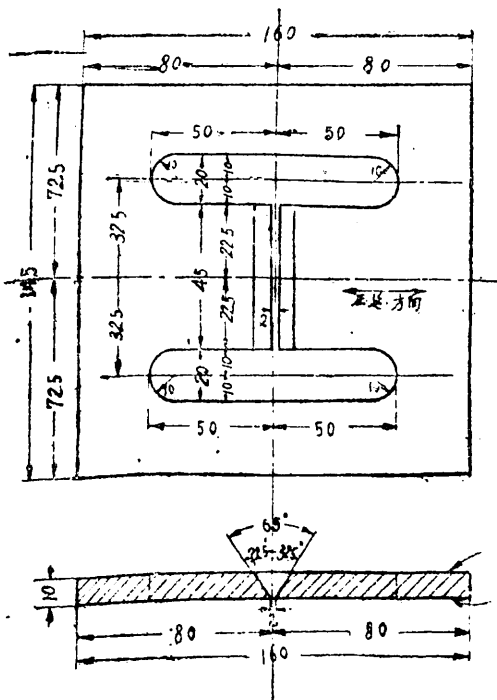
第 37 圖



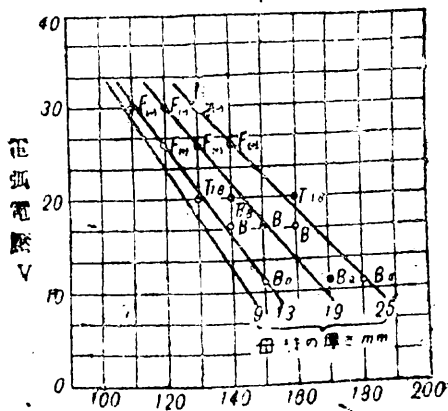
最も適當なる溶接電流 (A)

備考: 母材鋼の厚さ 9mm

第 39 圖



第 33 圖



適當なる溶接電流 (A)

(短絡回数の最大となる溶接電流)

備考: 心線の直径 4mm

F(-) Fleet weld 正極性

F(+) " " 逆極性

F₁₈ 帝酸 No. 18 正極性

B 東京製綱白印 "

Ba BaCO₃ "

第 40 圖

軟鋼用電弧熔接棒に就て

橋本鐵郎

I 緒言

大東亞戦争勃發以來、急激に要求され來つた電弧熔接は、約 50 年前に Slavianaff によつて發明され、我國に於いては最近 10 數年間に急速の發達をみたものである。電弧熔接法は 2 母材間に電弧による熔着金屬を生成せしめて接合するのである故、多種の金屬において應用されて居るが、種々の事情により構造用鋼に最も利用されて居る。特に軟鋼が構造用鋼の大部分を占めてをり、且つ又これの熔接が容易であり、良好であるために、この熔接が最も有効に、且つ大量的に用ひられて居る。これに使用される熔接棒が軟鋼用熔接棒である。

熔接が 2 母材間の接合である關係上、熔接部が要求された條件を満足せしめる性質を具備することが必要である。従つて、熔接員の技倆、熔接棒、母材、熔接機等の良否が問題となるのであるが、熔接棒の改良發達によつて、熔接金屬の性質の大半が熔接棒に歸せられるやうになつた。例へば、裸棒を使用して居た時代には交流熔接機の使用は不可能であり直流機のみが使用され、且つこれによる熔接金屬の機械的性質は、勿論熔接棒、母材にもよつたのではあるが、熔接員の技倆にまつ所が極めて大であつた。しかるに被覆棒の發明により交流熔接機の使用は可能とはなつたが、熔接部の性質の大半が、やはり熔接員の技倆に左右されて來たのであつた。その後、熔接棒の研究發達により、熔接棒の重要度が熔接員の技倆の域を侵す如くなつて來た。殊に自動熔接法の發明によつて、熔接部の性質が、殆んど全部と云つてよい程度、熔接棒に左右されるやうになつた。しかし、現在においては、未だ手熔接が大部分であるので、熔接員の技倆を無視することは出來ない。

II 軟鋼用熔接棒の分類

この分類には、種々の方面からのやり方もあらうと思はれる。例へば、棒の形態とか製造方法による分類とか、或ひは、被覆材の性質、熔滓の成分等による分類とか種々あるではあらうが、使用目的に従つた分類方法が、最も適當と考へられ

る。これによると次の如くなる。

軟鋼用熔接棒	雜用棒	薄物用 特殊高級用 水中熔接用 上向用 其の他
	普通棒	
	高級棒	
	特殊棒	

雜用棒 この棒は本當の雜用に使用されるもので、2 枚の母材が只着いて居て、その間に機械的性質は殆んど要求されないもので、水が漏らなければよいと云つた程度、即ち、日本標準規格の、2 級 (第 1 表) に不合格でも差支へない。しかし、一方雜用棒である以上、電弧が安定で、どんな素人工にでも使用が樂であり、總ての方向の熔接が可能にして、棒徑さへ換れば、相當廣い範圍の厚さの板に對して使用し得ることが必要條件となるのである。

第 1 表 鋼材用電弧熔接棒

	抗張力 (kg/mm ²)	伸%	シャルピー (kg m/cm ²)	アイソット (kg.m)
1 級	41<	32<	12<	8<
2 級	41<	26<	6<	4<

普通棒 この種の棒は、所謂萬能棒とも稱すべきであつて、現在消費量も最も多いと考へられる。つまり、高級棒と雜用棒との中間的存在である故、兩方のよい點がある程度備へる必要がある。即ち、機械的性質は、日本標準規格の 2 級、素人向きは雜用棒程でなくともよい。總ての方向に對して熔接可能、薄物に對しても相當の所まで使用出来る等、相當廣範圍の良性質を持たなければならぬが、これと云つて取り上げる特徴を持つ必要はないのである。

高級棒 機械的性質が良好であることが、この棒の第 1 の目的である。この特徴を充分發揮させるために、他の性質が多少悪くなつても差支へないのである。例へば重要工事には高級棒が使用され、主として下向が多いので、堅向或ひは上向に使用する場合に、技倆優秀のものでなければ使ひこなせないことが起ることもある。殊に高級棒は、熔着金屬中への空素の侵入を嫌ふので、被覆層が厚くなり、熔滓の量が多く、使用上困難を感ずることが多い。しかし、重要工事を行ふ熔接員

は皆相當の技倆の持主であるので、多少使ひ憎い棒でも充分使ひこなすことが出来るものと信ずる。しかし、機械的性質良好にして、使ひ易い棒が出来たら、これに越したことはないのである。又重要工事である故、厚物溶接が多い。従つて熔込が大きいの、たとへ棒徑を細くしても薄物に向くほど熔込を少なくすることは出来ないで薄物には不向きとなる。大體が薄物溶接には高度の機械的性質が要求されて居ないので、高級棒を使用しなくても差支へないのである。

特殊棒 この棒は極く特殊の目的に使用するものを總括したもので、使用量は僅かではあらうが、この種の棒を上手に使ひわけることによつて、初心者にも、相當むづかしい溶接が出来ることとなる。

薄物用 薄物溶接は相當の熟練を要するので一般に薄物専用のもが要求されて居る。熔け込みが少なく、電弧が安定であることが、最大の條件の如く見られる。勿論、使ひやすいことが必要なので、熔滲量を少なくしなければならぬ。

特殊高級用 高級棒の使用される工事よりも更に重要な工事に使用されるもので、例へば、高壓ボイラー、タービン翼等の溶接に用ひられ、高度の機械的性質を要求されるものである。

水中溶接用 艦船の修理等、水中において溶接作業を行ふ場合に使用するもので、被覆剤は厚く、且つ耐水性のあることが必要である。

上向用、その他 それぞれの特殊の目的に従つて製作されたものである。

使ひ分ければよろしい。しかし、一般にかかる軟鋼材は、リムドインゴットから壓延、伸線されることが多いので、インゴットの偏析がそのまま線材に現はれる。リムドインゴットの偏析は非常にはげしく、第1圖に示す如くである。従つて、これを壓延伸線した芯線には、相當の偏析があるので、使用の際には、充分の注意を要する。例へば第2圖に示す如く、インゴットから製作された芯線の各束の両端から、試料をとつて分析してみると第3表の如く、インゴットの上下における偏析は、著しいことが明らかとなる。従つて、棒の製作時には、芯線における成分の偏析を充分考慮の中に入れなければならぬ。

第2表 被覆溶接棒芯線

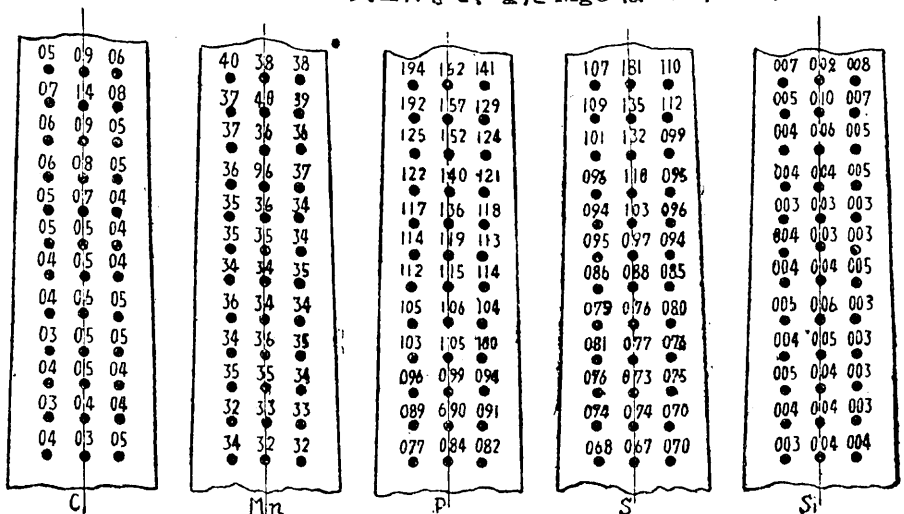
種別	C	Si	Mn	P	S	Cu
甲	0.06~0.12	<0.04	0.025~0.04	<0.04	<0.04	<0.3
乙	<0.15	<0.04	0.25~0.45	<0.04	<0.05	<0.3

被覆剤 被覆剤を更に細かく分類すると、造滓剤、酸化剤、還元剤、ガス發生剤等になる。造滓剤、熔剤の酸度を調節すると同時に、熔鐵中の酸化鐵を熔解する作用を有するもので、種々の藥品、又は鹽物を混合して使用する。化學成分から視れば、 Na_2O 、 K_2O 、 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、 B_2O_3 等であるが、單體で使用されるよりも、化合物、鹽物、岩石等の形で用ひられる。 Na_2O 、 K_2O は Na_2CO_3 、 K_2CO_3 又は長石として配合される。又 CaO は $CaCO_3$ 又は、石灰石、大理石等で、また MgO はマグネシヤ、マグネサ

III 原料

溶接棒の製造における原料を大別すれば、芯線、被覆剤、固着剤に分類される。

芯線 芯線は、一般には、日本標準規格(第2表)によつて制定せられた溶接棒用芯線を使用するのであるが、これには甲乙2種あるので、製作さるべき溶接棒の種類により、



(鋼塊の大き：底部 26' x 26' 頂部 22' x 22' 高 76')
鋼分析 C 0.04 Mn 0.36 P 0.098 S 0.072 Si 0.005

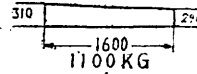
◇ 第 1 圖 ◇

イト、蛇紋岩、アスベスト等、 Al_2O_3 は、長石、粘土、ボーキサイト等、 TiO_2 は、酸化チタン、金紅石、砂鐵等、 SiO_2 は、硅砂、粘土、川砂、長石、その他の岩石等、 B_2O_3 は、硼砂の形で使用される。 B_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 は酸性造滓剤として、熔鐵中の酸化鐵と熔出する性能を有する。 Al_2O_3 は兩性であり、鹽基度の高い時は酸として働き、酸度の高いときは、鹽基として作用する。 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 等は、鹽基性造滓剤であり、熔滓の酸度及び融點を調節し、且つ電弧を安定する特性を有する。

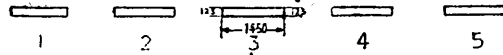
酸化劑 被覆劑が空気による酸化を防止する意味で使用されるとすれば、被覆劑中に、酸化劑を配合させることは矛盾したことと

分析資料採取要領

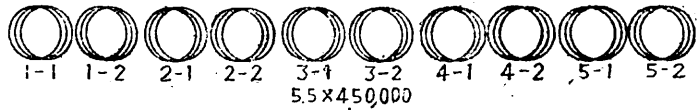
インゴット



ピレット



ロッド



分析資料

- 1-1B 1-2B 2-1B 2-2B 3-1B 3-2B 4-1B 4-2B 5-1B 5-2B
- 2-1T 1-2T 2-1T 2-2T 3-1T 3-2T 4-1T 4-2T 5-1T 5-2T

◇ 第 2 図 ◇

第 3 表 分 析 表

熔 解 番 號		y 9254	y 9288	y 9316	x 3408
レ ド ル 分 析	C	0.08	0.08	0.10	0.09
	Mn	0.34	0.35	0.41	0.45
	Si	0.01	0.02	h	h
	P	0.025	0.020	0.010	0.008
	S	0.025	0.025	0.010	0.015
	Cu	0.28	0.16	0.03	h

製 品 分 析	Mn	P	S	Mn	P	S	Mn	P	S	Mn	P	S
1-1B	0.30	0.020	0.019	0.31	0.12	0.021	0.37	0.004	0.013		0.008	0.011
1-1T	0.31	0.028	0.028	0.29	0.017	0.025	0.40	0.006	0.013		0.010	0.011
1-2B	0.30	0.027	0.028								0.007	0.014
1-2T	0.31	0.030	0.031								0.009	0.016
2-1B	0.30	0.024	0.025	0.31	0.016	0.023	0.41	0.004	0.012		0.006	0.012
2-1T	0.31	0.026	0.030	0.31	0.016	0.027	0.42	0.006	0.014		0.006	0.012
2-2B	0.31	0.027	0.031	0.32	0.014	0.026	0.41	0.004	0.013		0.008	0.014
2-2T	0.30	0.027	0.031	0.32	0.015	0.029	0.43	0.007	0.015		0.010	0.015
3-1B	0.32	0.025	0.035	0.31	0.015	0.029	0.41	0.005	0.015		0.011	0.013
3-1T	0.32	0.028	0.034	0.32	0.016	0.030	0.42	0.006	0.015		0.009	0.017
3-2B	0.36	0.031	0.032	0.32	0.016	0.034	0.42	0.006	0.013		0.008	0.016
3-2T	0.31	0.033	0.036	0.33	0.017	0.032	0.43	0.006	0.014		0.008	0.018
4-1B	0.32	0.033	0.046	0.35	0.019	0.033	0.43	0.006	0.013		0.008	0.021
4-1T	0.32	0.034	0.044	0.33	0.016	0.035	0.43	0.006	0.014		0.009	0.022
4-2B	0.33	0.035	0.044	0.33	0.015	0.037	0.42	0.004	0.016		0.007	0.022
4-2T	0.33	0.036	0.044	0.34	0.015	0.037	0.44	0.006	0.016		0.008	0.023
5-1B	0.33	0.032	0.046	0.32	0.016	0.033	0.43	0.006	0.015		0.009	0.024
5-1T	0.32	0.036	0.048	0.33	0.018	0.034	0.43	0.006	0.017		0.010	0.025
5-2B	0.33	0.036	0.052	0.32	0.021	0.044	0.43	0.005	0.018		0.010	0.026
5-2T	0.35	0.042	0.064	0.32	0.020	0.051	0.44	0.006	0.024		0.012	0.027

考へられる。しかし、熔滓中で適当な化學反應がおこり、これにより、良好な熔着鋼が得られるものとせば、酸化剤は不可欠のものとしなければならぬ。酸化剤としては、鐵及び滿俺の酸化物が用ひられるので、一方から考へると、これ等の酸化物は、造滓剤又は電弧安定剤として用ひたもので、その酸化性は副作用であり、これを打消すために、還元剤を使用して居ると主張することも出来る。しかし、單に造滓剤のみならば、他の鹽基性酸化物で代用し得るし、又電弧安定剤ならば、量の變化に對して、殆んど無關係であるべき筈である。従つて、これ等の酸化物はやはり酸化剤として働くと考へるのが適當と思はれる。鐵の酸化物は、赤鐵礦、磁鐵礦、砂鐵、ハムマースケール、辨柄、炭酸鐵等で使用され、滿俺の酸化物は、軟マンガン礦、硬マンガン礦、菱マンガン礦、バラ輝石等が用ひられる。

還元劑 主に鋼を精鍊する時に使用される脱酸劑が用ひられる。被覆劑に用ひられたものも、鋼の精鍊時と同様に、熔鋼中の酸素を除く役割をなす。多くの場合、滿俺鐵、硅素鐵が使用され、金屬滿俺、金屬硅素、フェロチタン、その他の合金鐵が用ひられる場合もある。

ガス發生劑 熔鋼中に窒素及び酸素の侵入を防ぐために使用せられるもので、アークの附近に中性ガス(主に CO_2 , CO , H_2 等)を發生せしめ空気を追ひ拂ふ。これには主に有機物が利用され、又は炭酸鹽からも炭酸ガスが發生する。

匠着劑 以上の被覆劑に粘結性を與へ、これを芯線に固着せしめるもので、無機物としては主に水硝子が利用せられるが、これは造滓剤としても役立つものである。有機物としては小麥粉、デキストリン、生駄、糖蜜、その他の糊が用ひられる。

IV 塗 装 法

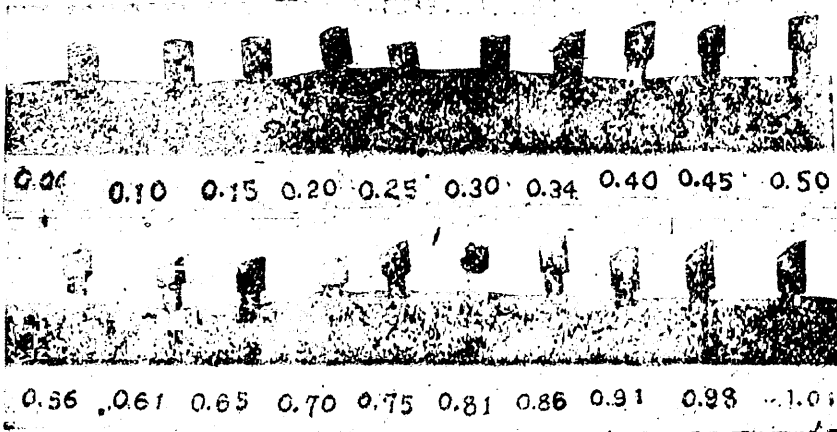
手塗法 一般に多く行はれて居る方法で、被覆劑に固着液を加へ、攪拌混和し、泥狀となし、この中に熔接棒芯線を浸漬し引き上げることにより、線の表面に被覆劑を附着せしむるのである。この方法では、被覆劑中の粒の大きいものや、比重の大なるものが下に沈み、化學成分の均等性が保ちがたい。然も混和後の時間経過に従つてこの傾向が大となるので、混和後は可及的速かに塗裝を完了するやうに努めなければならぬ。製品の一

本一本をとつて見ても、化學成分も上下において不均等であると同時に、被覆の偏芯及び厚薄が生ずる。この被覆の不均等なる結果は、作業條件を亂し、熔着鋼の材質を不良にする。電弧熔接法は、超高溫短時間に物理化學變化を行はしむる故、不均等による影響は端的に現はれ易い。従つて、斯る熔接棒を以て、優秀なる、信頼性に富む作業を實施することは、至難の事と云はねばならぬ。又大量生産をなす上にも、品質の均一性が得られないので都合が悪い。

機械塗法 機械的に被覆棒を製造する方法にして、既に工業的に利用されて居る機構及び原理は種々あると思はれる。先づ芯線を切斷する場合、被覆前に定尺に切斷するか、被覆後に切斷するかであるが、自動熔接機に使用されるエンドレスのものは、勿論切斷しないのであるが、定尺物は切斷後に塗裝した方があらゆる觀點からみても有利であらう。例へば、喬正切斷機の能力と塗裝機の能力とを比較すれば、線送り装置だけでも、塗裝機は倍以上の能力を持ち、且つ、それ以上速度を増すことが出来るのであるが、切斷機の方は、喬正装置の能力からこれ以上速度を上げることは困難である。それ故定尺の棒の製造には、切斷後に塗裝する方が有利となる。

エンドレスの棒の製造には、偏芯が一番問題となるので、芯線を、石綿、木綿、紙等を紐狀となして一定間隔をおいて巻き、その間に泥狀被覆劑を埋める方法とか、或ひは、芯線周囲をつつむに足る布又は石綿布に被覆材を塗布し、これで芯線を包み、且つ、それがとれないやうにその上を荒く糸を巻く。

定尺棒の製造には、一般に匠着法が採用されて居る。即ち、壓搾圓筒内に靜壓力を作用し、この壓力により被覆泥劑を芯線と共にダイスから押出し、被覆する。この方法による場合には、芯線の進行方向と、被覆劑の壓搾方向とが一致しないので、被覆棒に偏芯を生ずるおそれがあるが、正確にして且つ迅速な偏芯測定装置と、偏芯調節装置との併用と、工員の熟練とにより、相當程度偏芯を喬正出来る。例へば、4 m/m 芯線に對し、棒徑 6 m/m のとき、偏芯率(兩圓の中心間の距離)を、0.05 m/m 以下となすことが出来た。斯くの如く、機械による熔接棒の塗裝が、物理的にも化學的にも均一の製品を出すことが出来るのである。又塗裝能力から見ても、手塗裝にまさるかの



◇ 第 3 圖 ◇

如く思はれるが、機械塗装が手塗装に比較し、より以上の工程と資材とを費して居る一面を忘れてはならない。

V 高級熔接棒の製造

最後に高級熔接棒の製造について一言したい。高級熔接棒とは、前に述べた如き性能を有するもので、機械的性質を第1とする。現在の本邦熔接棒界に於いて、高級棒と稱し得るものはどの程度あろうか。日本標準規格の1級に合格した棒は相当あろうが、製品の總てが合格する程、均一な製品が得られて居るかどうかは疑問である。日本標準規格に合格された棒が相当ある所をみると、如何なる種類の原料を用ひても1級としての性能は得られると思はれる。つまり、どんな原料を使用してもその原料が純粋であること、即ち、不純物が少ないことが肝要なのである。斯く論ずれば高級棒の製造は不純物の少ない原料を用ひ、均一に混和し、均一の厚さに偏芯なく、且つ表面に疵がないやうに塗装すれば可能であると云ふ結論に至る。

現下の情勢において、不純物の少ない均一な原料を得ることは相當困難である。例へば、芯線においては、既に述べた如く、著しい偏折があるので、レードル分析を信用することは出来ないで、各束について製品分析を行ひ、高級棒に合格する線材を抽出しなければならぬ。且つ、各原料が均一になる如く粉碎攪拌し、分析試験を行ひ、高級棒用原料としての適否を決定する。

斯くの如く精選された均一な原料を用ひ、塗装するのであるが、高級棒の被覆の厚さを均一としなければならぬ。關口博士の研究によれば、熔着

鋼の窒素量は、被覆剤の重量に反比例する。又、熔着鋼の窒素が増加すれば、その機械的性質も不良となる。従つて高級棒の塗装条件として、均一の厚さを有することである。即ち、1本の棒において、太さの大小なく、偏芯少なく、表面に疵のないことが窒素の問題を解決する。高級棒の製造には機械塗装法を採用し

なければならぬ。機械塗装法によると、厚さはダイスによつて一定となり、表面疵も僅少となる。又、偏芯も前述の如く極めて良好にして、一般製品として被覆の厚さ1m/mのときに、0.1m/m以下に保つことは樂である。偏芯のある時は第3圖に示す如く、保護筒の形成悪く、窒素量は増加し、且つアークの方向が一定しないので熔接作業は困難となる。

以上の如く、細心の注意のもとに製作されるならば、高級棒は均一な、且つ、缺點のないものが出来上るのである。しかし、乙級芯線を使用して、なほ且つ、1級として合格し得る製品が存在する以上、被覆剤の種類と配合比のみが問題であつて、その品質は大して影響を持たず、且つ棒の外形等問題にならぬと主張される人があるやうであるが、甲級芯線中に乙級芯線が混入することは許されないことであるが、乙級芯線規格中には、甲級線も含まれて居るので、乙級芯線中に甲級芯線が混入されて居ても、これはやはり乙級芯線なのである。重要工事においては、熔接部に缺陷のないことが肝要なので、この意味においても、高級熔接棒が全製品において、均質であることが要求される。

VI 結 言

以上の如くにして、高級熔接棒が製作されるのである。時局下、資材入手困難の折、高級棒に使用すべき、吟味され、且つ精製された原料のことを考へると同時に、これに費された労力を併せ考へるならば、熔接棒の適正なる使用法が確立され各種の熔接棒が、その使命を完全に果されんことを希望する。即ち、高級棒が眞に重要な工事のみ使用され薄物用は薄物として使用される等、各種の棒がその目的に従つて十分に生かされ、無駄のないやうに活用されんことを希望して止まぬ。

造船用熔接機と製作者の立場

藤 森 和 夫

船は鐵板と熔接機とドリルさへあれば増産出來ると極論される程、現下の造船に於ける熔接機の重要性は高度のものになつて來た。敵米の造船能力が驚くべき進展を示してゐることは、毎日の戦局が之を示してゐる。如何にすればこれと對抗出來るかには色々の條件はあらうが、或る程度迄は米英的な生産法をも利用する必要もあらう。彼等は極度に人的資源を節約すると云ふ生産法に總ての産業の基礎を置いてゐる。此れは機械化、自動化を意味し生産速度の増大を齎す故である。熔接は自動化の最も困難なものの一つであるが、彼等は飽迄これが自動化に努め、戦前迄に一應作業者の個性を除く意味の自動化には成功してゐる。然し動力を多く用ひる結果、自動化を餘儀なくされる方法即ち高速熔接は極く最近實用化したと言つても過言ではない。然し、其の後の實施狀況は審かでないが、或る造船所の如きは全熔接の何割かに相當する高速熔接を行つてゐる由である。我國に於ても漸く此の方面に曙光を見出し、今後これを急速に伸ばすことが我々の使命である。之と同時に熔接機製作者としては資材の極度に逼迫してゐる今日、この新しい熔接法に適合する機械は勿論、戦局が苛烈になればなる程増して來る需要を、如何にして満足させて行くかが大きな問題である。筆者は熔接機製造者の一人として又この立場に於いて現下の造船に對する熔接機事情に就いて、少しく検討を加へたいものと考へるものである。

1) 造船用熔接機の傾向

造船用として特別に熔接機を分類することは出來ない。造船と云ふものが有らゆる工業の結集であつて見れば、それに用ひられる熔接機も多種多様であるが、何んと言つても量的に見た場合、電弧熔接機が第一であり、就中交流熔接機が90%を占めてゐる。造船とは多少意味が異なるが、水中熔接、水中切斷等直流熔接でなければならぬものもある。これは戦局苛烈の折柄焦眉の問題であつて、熔接の高速化と相俟つて現下重要問題である。然し茲ではこれには觸れず主として交流熔接機に就いて述べたいと思ふ。抑々交流熔接は米英にしても餘り歴史は古くない。寧ろ熔接機の立場

から言ふならば直流機に比して相當遅れてゐる。諸外國に於ても相當立派な電氣機器製造者が製作してゐるが、最初は主として變壓器とリアクターとを組合せた間に合せたものであり、早い所でも10年前位、又遅れた所では4,5年前に漸く熔接機としての形態を整へたものが多いのである。これは交流熔接機に對する需要が少かつたことを示すもので熔接の自動化を急ぐあまり、交流化が困難であつたことと、直流機に比較的輕量廉價なものが多かつた爲と思はれる。我國に於ては周知の如く殆んど最初から交流機が進出し、現在では極く特殊な場合を除いては直流機の喰込む餘地が無い迄に立至つた。この廉價にして入手し易い交流機が市場を風靡した關係上、當時直流方式であり、自動操作の必ずしも完全に行かぬ設備費の高い自動熔接は我國情には受入れられず、作業者自身の個性を除く爲の自動熔接へは誰も意を用ひなかつたと言ひ得る。

處が最近喧傳せられる半自動又は大徑棒熔接はユニオンメルト法等と相俟つて強電力を用ひる高速熔接であつて、從來の自動熔接とは趣を異にするものである。我國に於ても從來大電流高速熔接と一般熔接との議論は過去に於て時々起つたものであるが、ユニオンメルト法等の超大電流熔接が熔接結果に或る程度の裏付をして以來、赤崎式等の半自動大徑棒熔接が實現を見るに至つた。そしてこれは今日の造船高速化の分割船殻構造の實施と相俟つて益々用途が展かれて來たのである。兎に角、大電力を用ひる熔接法が一應造船に間に合ふ結果を得てゐる今日、是が實施は積極的に又急速に育てて行かねばならぬ問題であつて、種々なる研究機關も動員せられてゐる様子である。

この様に大電流熔接が盛んになつて來た場合、これに相當する熔接機の方は如何やうになるであらうか。曩に日立製作所において出力1500Aと云ふ大徑棒熔接機を製作したが、多數の需要あるに拘らず製造中止の止むなきに至つた。その主たる理由は資材的問題であつて、大電流熔接機は一般手動熔接に用ひられる機械を並列に用ひた方が得策であると云ふ結論を得たからである。次に資材面より見た熔接機に對し少しく述べたいと思

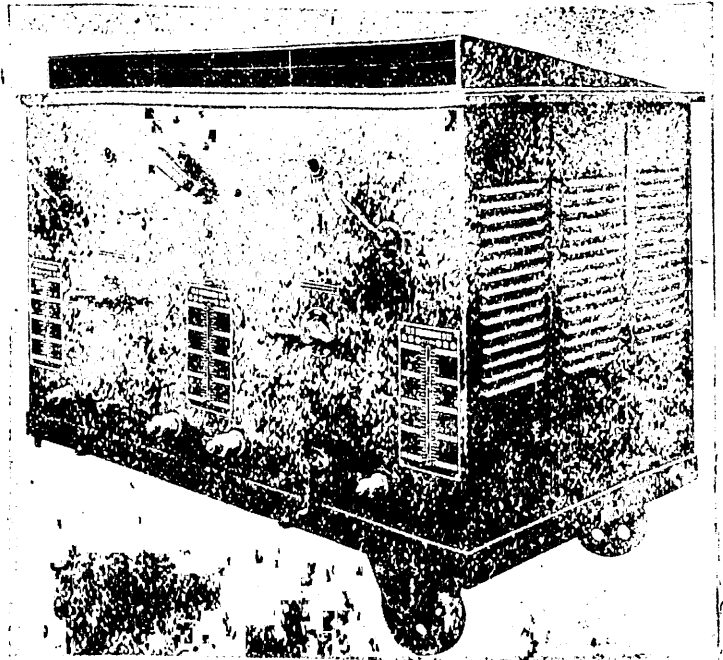
ふ。

2) 資材的に見た熔接機

造船に用ひられる主要材料は鉄鋼であり、其の重量は1隻で直ちに何千吨と云ふことになるので、熔接機等に用ひられる坩堝位の資材に対しては使用者側としてはピンと来ない場合が多いと思はれる。處が電気機械の立場から言へば、變壓器とは資材を賣る商賣と酷評される程資材を多く要するもので、特に熔接機の如く電圧が低く電源の多いものは一層その傾向は大である。而も一般變壓器の如く油冷を行ふことが出来ず(外國には油入の熔接機があり、特に大電源熔接機は一般の變壓器と大差ない様な構造を有してゐる)自然冷却又は簡単な通風冷却である。この

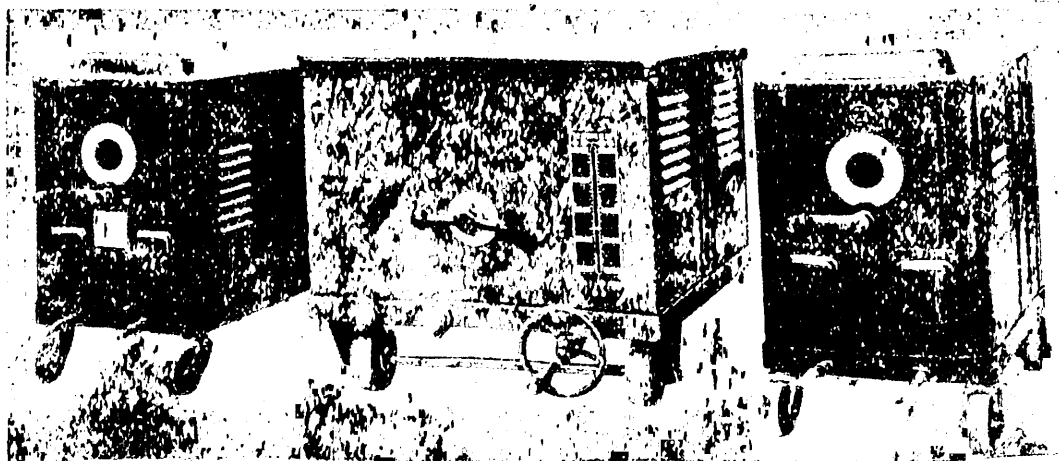
状態で進む限り 1500A 等の熔接機は電線の大きさのみから言つても非常に損なもので、止むを得ず 750A 出力のものを2臺並列にして一つの函の中へ入れたのが第1圖の熔接機である。

現在の 400A 熔接機位の容量が先づ今日では經濟的な大さとして見て良い。従つて無暗に一つの機械に纏つてゐないと具合が悪いと云ふ考へは改めて、熔接機を或る單位容量に分けて何臺も並列に用ひる事に慣れねばならぬと思ふ。話が一寸横道へ入つたが、熔接機の主要資材は銅と珪素鋼板である。大體の重量は400A機1臺で前者が60坩後者が130坩位であらう。銅は勿論困つてゐるが、



第1圖 1500A 日立交流電弧熔接機

珪素鋼板に至つては全く無いと言つて良い。熔接機に限らず電気機械はこの問題で行詰つてゐるが、熔接機の如きは前述せる通り他の電気品に比し非常に多くの割合で之を用ひる爲、物資動員計畫生産の面から見ても先々新しく機械を手に入れることは非常に困難と思はねばならぬ。珪素鋼板の不足は色々原因がある。電気爐が不足とかロールが足りぬとか其時々で色々に變る様であるが、何れにしても主たるものはフェロシリコンの不足であらう。この原料のないのは何とも出来ぬもので、昨今、珪素鋼板を用ひぬ熔接機を考へてゐる向もある様である。技術的に不可能ではないが今



第2圖 新型交流熔接機と在來品との比較

度は他の條件で充分な期待は持てぬと思ふ。この様な時局に我々製作者としても極力資材の少い熔接機の研究に努力するが、(第2圖は今回新方式を採用せる資材、大き共に相當の減小を見た400A交流電弧熔接機の新舊比較寫眞である)一方造船所に於ても手持ちの熔接機を極力有効に用ひると云ふ點に對し、御骨折を願ひたいものである。この問題に對し多少参考になると思はれることを次に述べたいと思ふ。

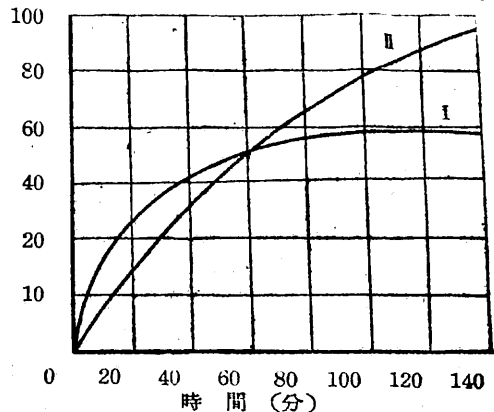
3) 熔接機の使用率と定格

熔接を高速化するにも、又現在の手持ちの熔接機に充分な働きをさせるのも要するに電力を澤山用ふれば其の目的は自然に達せられるのである。電力を多く用ひる結果は、從來の熔接機の使用率が機械を増さず大になることである。之には二つの面があつて電流を通じてゐる時間を長くすると云ふ方と、電源の大きを大きくする方法となる。又この兩者が同時に行はれることもあらう。何れでも良いから、この電力を多く用ひる様に心掛けることが大切である。この様にすれば自然負荷率が良好になるが、一方機械が焼損しはしないかと言ふ心配がある。電氣機械にはこの使用の仕方(負荷率)は一般に明示されてゐないのが普通である。

熔接機に於ても定格1時間と云ふ規定(最近J. E. S. では之を30分とした)しかない。これは或る温度上昇に對する試験方法の目安であつて、この機械は1時間最大出力(定格出力と云ふのが本當)で電流を通じた場合、規定の温度上昇になりますと云ふ意味だけである。それよりも低い温度で用ひようが、高い温度で使用しようが一向責任はないのである。従つて使用方法は勝手であるから、使用者としては機械の特性が充分解る様な試験成績表を製作者に要求して自分で使用方法を決定しなければならぬ。早い話が熔接機に於てもA社のものとB社のものとは必ず温度上昇曲線が異なると思ふ。これはコイルの構造や冷却方法が異なれば必ず相違すべきものである。従つて其の機械の特性を充分呑込んでその熔接機に最も適した使用方法を採用するのが得策である。實際問題として熔接機の負荷状態は非常に區々で仕事の繁閑、作業繼續時間の長短、手動熔接、半自動熔接等々、進も一率には決定出来ぬものである。

從來我が國に於ては殆んど自動熔接と云ふのが

無かつたので、手動熔接と云ふ言葉も無かつた譯であるが、今後はこの區別を明かにしなければならぬ。何故ならば兩者に於ては負荷率が相當異り之を共通な機械で間に合はすとすれば、必ず手動熔接に餘裕を生じ資材の無駄をするからである。獨逸の例をとるならばVDEの規格には手動、自動の區別は明かになつて居り、前者の負荷率は120秒中64秒通電、後者は連續と云ふことになつてゐる。之を我國最近の二三の造船所及工廠での實負荷率調査の資料を基に考へて見ると、終日負荷率は30~50%であるが、短時間即ち2,3時間の調べでは80%程度のものが少くない。即ちこの短時間の負荷率は獨逸の規格よりは上位にある。例へば使用率80%とすれば、我國現在の規定即ち1時間定格のものでは、通風冷却効果大なるものにあつては先づ過熱はしないが、自然冷却又は通風冷却でもその効果の少いものでは過熱すると見てよい。勿論2,3時間あとで作業を中止して了ふものならば別であるが引續き同様作業を繰返す場合は危険である。何故ならば第3圖に示す如く温度上昇曲線は1時間の點では一致してゐても、其の後の曲線が異つてゐるからである。然し實際問題としてこの程度では問題が起つてゐないのは、其の理由として熔接機の定格電流一極を常に用ひてゐない爲で、例へば400Aの機械でも5,6耗の熔接棒等を用ひてゐれば電源は180~250A位の場合が多いからである。これを熱的に計算すれば $\frac{250^2}{400^2} = 40\%$ となつて實負荷は $80\% \times 40\% = 32\%$ と云ふ極く低負荷となるからである。勿論無負荷電壓や各タツブ毎に異つた大きさの電線が捲いてある等多少條件が異つて來るから40%よりは上位になる譯であるが、何れにしても大過なきもの



第3圖 熔接機の温度上昇曲線
I. 通風冷却効果大なるもの
II. 冷却効果小なるもの

である。然し一方大徑棒の熔接に利用する場合は棒も8,9耗等電流も300~400A、又これ以上半自動の場合の如く更に大電源を用ひんとする時は、前の計算とは凡て反對の傾向になつて機械に無理が來る事は明かである。現在の我國に於ける造船關係を見るとこの一方には相當餘裕あり、他方には殆んど危険であると思はれる使用の仕方が行はれてゐる。これは勿論熔接機に適當なるものが無い爲で、製作者の責任も大であるが、使用者側に於ても今少し機械の性質を良く知つて使ひ分けて頂きたいものである。使用熔接機の1割は常にコイル焼損の爲に修理又は遊休してゐることを考へた時、使用法の研究は積極的な機械の増産を行ふことであり、修理其の他に要する總ての負の努力を減少するものと考へる。

4) 温度上昇と壽命

電氣機械の壽命は特殊な場合を除いては一般に20年以上あるものである。又この壽命は主として絶縁物の温度に對する劣化が基になるもので、正確な資料ではないが機械に許された温度に 10°C 増す毎に $\frac{1}{2}$ になると考へて大過ぎ様である。即ち電流を10%過負荷すれば、温度は20%上るから 80°C の温度上昇を許してゐる機械に對しては、 16°C の規定超過温度となり、機械の壽命は $\frac{1}{3}$ になる。若し何等かの事情により温度が規定以上 50°C も上れば壽命は $(\frac{1}{2})^5$ 即ち $\frac{1}{32}$ となり、半年も使用出來ぬ結果となる。然し一方壽命は温度と其の温度にて保持される時間との積によつて左右されるものであるから、短時間で或る程度の高温度に(極端な高温度は別)なつたことは、其の儘壽命を少くするものではない。従つて、高温度で動作する時間を出来るだけ少くすることが壽命を短縮せしめないことになる。又絶縁物は其の一箇所が高温度になつても機械全體を焼損に導くものである。特に變壓器コイルは空冷の場合内部と外部とでは $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ の温度差があり、放熱効果の少いもの程、其の傾向は大であるから注意を要する。過負荷に依る温度上昇で直ちに熔接機が焼損すると云ふことは極く少なく、コイル焼損の原因は他にあることが屢々見られる。其の主なるものは熔接機の定格電源電壓と實際の電源電壓とが一致してゐない場合で、各造船所の調査を見ると、特別の例であるが180Vのタップに220Vが加はつてゐる場合とか、200Vのタップに230V又は以上が加はつてゐる場合がある。衆知の通り變壓

器には勵磁電源と稱する直接熔接電流にならぬ電流が一次コイルに流入するものであるが、これが電壓が適當でないと思像以上の過大な電源になるもので、前述の如き場合には熔接電流の2割以上に達することが少くない。(従つて250Aの熔接電源に對し一次側で約130A、これに26A又は以上が加はる様になる)この電流増加は熱量としては4割の増加になる。熔接機コイルの燒損の調査に於て大部分が一次コイルの燒損であつて見れば、この原因が多いことが考へられる。次には作業中止時の電極が短絡された儘で放置され、極端な場合は夜中其儘にされてゐた爲に過熱燒損される場合も多い。短絡電流は熔接電流の4割大位のものであるから、熱量から見ると10割即ち2倍にも達するものである。この兩者は不注意に依つて起るものであるから、一般的な問題ではないが案外多い様であるから注意する必要がある。我國の製品には電源の切替タップが付いてゐるが、諸外國のものには殆んど見受けられない。この理由は電源の問題に歸着すべきであり、今更如何ともなし難いことではあるが、不注意又は知らずに行つてゐる場合には改善さるべきと考へる。

5) 決戦時に於ける熔接機の使ひ方

以上色々述べたのであるが、戦時特に最近に於ける國情から熔接機の使ひ方に對し結論的に述べると下記の通りである。

- 1) 保有する熔接機を出来るだけ有効に用ひる爲に電力を最大に用ひる。これが爲には大徑棒は勿論大電流熔接を多く用ひること。
- 2) 熔接機を並列に用ひることに慣れ少くとも特例と考へず、單位熔接機の考へを利用し融通自在にすること。
- 3) 機械の壽命の點から使用率を平均にすること。即ち或る期間過負荷又は酷使せりと認めた機器は他の閑作業場に向け、常に交替させ壽命の均一性を計ること。
- 4) 過負荷又は特別の目的に熔接機を用ひる時は温度計にてコイルの温度を測定するか、カバーを取去つて通風を良好ならしめて積極的に驅使すること。
- 5) 電源電壓は度々測定し、有害無益なる勵磁電源を極度に少くする様工夫し、大電流熔接に於ては特に接地方法の不適當其他で消耗される電力は電弧の安定度を阻害するものだから注意すること。

電氣熔接應用促進を語る座談會

★ 出席者 (發言順) ★

東京帝國大學教授	榊原 鉞 止(進行)
三菱重工業〇〇造船所 造船・工作部長	古武 彌 輔
航空研究所員	木原 博
浦賀船渠〇〇工場 造船・船部部長	豊福 清 民
東京帝國大學助教授	吉識 雅 夫
海軍艦政本部部員 海軍技術少佐	埴田 清 勝

【榊原】戦力の増強といふことが現下の最大重要事でありまして、戦に勝つためには船を多量に、且つ急速に造る必要のあることは申すまでもありません。しかし、近頃はそれとともに量のみではいかぬ、質も相俟つて完全なものでなければいかぬ、量と質とを増大し、且つこれを向上せしめるといふことが、戦に勝つための造船方面の一つの重大最大問題と思ひます。とは申しましても結局今晚は、現状のフラクセスの話と共に基礎的議論も出るだらうと思ひます。それで、どんな風に話題を持つて行かうかと考へてみたのですが、良質の船の生産増加を圖るため、現在の船舶電氣熔接の隘路といふか不備といふか、この缺點といふものを先づ探り上げ、それをどう解決打開してゆくか、といふ風に進めて参りたい。

まづ現行の造船に應用する電氣熔接の隘路あるひは難點、それらについてお氣づきの點を重點的に一つお話し頂きたいと思ひます。豊福さん、古武さんあたり戦時標準船に御経験がござりませうが、どういふ問題が一番お困りになつておいでですか。

【木原】電氣熔接に関して、現在最も困つてゐるものは熔接棒の芯線と被覆劑の入手難でせう。假りに入手出来ても、一定の品質のものが入らないといふことです。これが質的に優秀な信頼性のある熔接が得られない一番大きな原因ぢやないかと思ひます。

【榊原】各造船所ともさうですか。

【豊福】さうです。

【榊原】これに對する方策としてかうしたらいいといふ案をひとつお話し願ひませんか。

【木原】科學技術審議會では、熔接棒の一貫の生産、即ち鑛石から熔解して芯線を作り、フラクセスをそれに塗るといふ點まで一貫的に、且つ専門的にやりましたらどうか、といふやうなことが答申されてゐるのです。現状では多くの造船所が自家被覆してゐるのですから、結局芯線として質の優秀な一定のものが造船所に配給され、

又フラクセスの一定のものを入手することが必要なわけです。それを國家的に確保して配給する。さういふ方針を採つて行かなければいかぬのぢやないかと思ひます。

【古武】芯線のことで、最近4ミリ5ミリといふのでなく、9ミリ12ミリの大徑を使つてをります。〇〇遶りから迅速に補給して頂かなければ不足を來すので、現にリベットバーの流用を實行したことがあります。試験規格を見ますと、芯線材料として許されたパーセント以上にカーボン・コンテンツが高い。しかし出來上つて試験をして見ますと、最近定められた規格に大體合致してゐる。結果はマル商に使つて懸念すべきものぢやないと思ひます。さういふ経過を経て現在では稍々潤澤に—兎も角必要缺くべからざる必要量は貫つてをります。關東方面は輸送の問題があつて、萬一芯線の輸送に故障を來すと困るものですから、我々の方で苦心して優良な屑鐵から或ひは伸鐵から芯線を作る。さういふことを研究してゐます。リベットバーを流用して見たり、伸鐵によつて芯線を造るといふやうなことを考へてをります。かういふ風にフラクセスに就いては、各社銘々に苦心して造つて居るが、これを技術院遶りで統一して八幡製鐵所の芯線に適合したフラクセスを中央で配給されるといふことが理想であると思ひます。

【榊原】豊福さんのところは如何ですか。

【豊福】各造船所もフラクセスについては只今のお話のやうです。また芯線の入手については將來相當困難になるだらうと思ひます。さういふ意味で只今のお話のやうに鐵屑を伸ばして造るやうなことも考へられます。各所でフラクセスの研究をめいめいにやつた方が、或ひは進歩といふ點からいいのかも知れませんが、今の時代に間に合はないと思ひます。今の場合まとめた研究をされ、屑鐵に相應してフラクセスを考へて頂いて、その配合を知らせて頂いた方がよいと思ひます。

【榊原】各工場とも芯線をお作りになつてゐるんですね。

【豊福】各社とも作つてはゐないでせう。しかし各社とも作り度いと思つて居ますね。

【木原】鐵板から鑛線を作つてをるところもありますが、熔接棒の芯線には不適當のやうに聞いてゐます。

【吉識】カーボン含有量の少いものが出来るのですか。

【木原】現在造船方面に最も多く使はれてゐる〇〇の熔接棒の芯線は、結局線材の一部分ですから釘とか針金に較べて量的に少い。それだけに餘り重要視されてゐないやうに思ひます。熔接は船の多量急速建造といふこと

以外に、鋼材の節約といふ大きな役割を演じてゐる。その熔接による接目が悪くては鋼板がいくら良くてもお話にならないわけで針金や釘と違って大切なものであるといふ觀念が必要です。逆に我々から見ると非常に少い數量であればある程、これには非常に厳密に、慎重にいい物を作つて行かなければならないと思ひます。少いだけに、現状としては實際とは逆な傾向ですね。

【吉識】だからさういふ意味からいつて、先刻のお話のやうに伸鐵で作るやうなことはせずに芯線については國家が心配して立派な物を作らず、さういふ方向に進まなければ嘘ぢやないかと思ひますね。

【木原】艦本の〇部關係は、〇〇製鋼一本で相當いい棒を配給してをります。〇部關係は〇〇が多いのですか。

【埴田】さうです。

【榊原】規格を定めて神戸製鋼でも日鐵でもどつさり造れるのが理想ですね。

【吉識】全國の數量を経ても大したものではないとすれば、日本全國まとめてやつた方が分れてするよりもいいのでせう。

【榊原】鋼船ではリベットは昔から大體鋼材の4%か5%ですかね。熔接棒とするとそれより多いでせうか。

【古武】非常に少い、そんなないでせう。

【豊福】1%位のものですね。

【榊原】その計算だと2000噸で20噸ですか。スクラップの利用とフラックスに就いて外にお話は有りませんか。

【木原】スクラップ利用の時は何時も一様な成分の優秀なものが出来ればよいのですが、多かつたり少かつたりするのは困るんですよ。

【吉識】伸鐵の場合は成分の不同が一番心配です。

【榊原】それは結局、一々分析して見ないといかぬわけですね。

【古武】製造方法は簡單です。ユニホームの型を得ることは簡單なんです。

【豊福】問題はそこにありますね。

【榊原】結局一定のものを數ヶ所で作ることになりますね。

【古武】それが理想なんです。

【木原】話は別になりますが、一體、船體構造では組成鋼材の接手が大切なのです。従つて熔接が慎重に探り上げられねばならないと思ひます。

【榊原】工員にはそこまで徹底してゐないでせうが、勿論技師邊りは接手が非常に必要だといふことは十分御存知のわけですね。それを徹底させる方法とか完全に熔接する方法といひますか、さういふことについてひとつ。

【木原】熔接棒の芯線の重要性を認識して、優秀な芯線を多量に供給して呉れる工場なり會社なりを、今直ち

に要求することは無理だといふ觀念から、三菱重工業の〇〇造船所の佐々木さんは、自分の所で、例へば陶器關係の會社を——さういふ會社でない困るですが——利用して自分の所だけでも、ある一定の鑛石から熔解してやつて行かうと計畫を立ててをられたのですかね……。

【榊原】國家的に定めるといふことも方法ですね。

【木原】しかしなかなか難かしいでせう。最近フェロ・マンガンのパーセンテージが出産目だつたり、ローカーボンのものが得られないで困つてゐますし、又フラックスを固める硫酸曹達の入手が中々むづかくなるのぢやないかと思はれるくらゐなのですから。

【榊原】所謂代材を研究してもつと多量にやるものを見出すことは出来ないでせうか。

【木原】現在はフェロ・マンガンなしでは無理のやうです。

【榊原】代用材方面は金屬會社の方でさういふ風な研究會を作り、お互ひに協同してやつて貰ふといふやうにしてはどうでせう。

【木原】戦時研究のやうなものにでもして、大いにやらなければならないと思ひますね。勿論先刻申しましたやうに棒の芯線の非常にいいものを確保することに全力をそそがなければならないのですが、鑛石の關係でさういふものがどうしても得られないといふことになれば、少しでもいい熔接棒を得るための對策を立てなければなりません。例へば品質の一定なものは國內資源で容易に得られるが、或るAといふ成分が何%あるが、これが熔接棒にいいか悪いかといふやうな問題、さういふ時は、即刻研究しなければいかぬと思ひます。従來シリコンなんかは、熔接には少い方がいいといふやうなことなんですが、これもマンガンさへ相當入つてゐれば却つて良い、即ちマンガン1%、シリコン0.5%程度の棒が良いのではないかといふやうなことを名古屋帝大の關口さんがやつてをられます。さういふわけで今までの常識的な考へから、かういふものでなければいかぬといふやうに窮窟に考へてばかりゐるは駄目なのです。現在戦争最中ですから、さういふ研究を早く進める必要があると思ひます。従つて現在品質の一定な熔接棒芯線が内地で得られれば、それに対する研究はフラックスの研究と共に大いにやらねばならないと思ひますね。

【榊原】さういふことは政府で定めることになるんでせうね。

【豊福】電気工學會等でもフラックスの研究發表がされてをります。

【榊原】かういふやうな重大問題を個別的に研究されるのもいいと思ひますが、委員會みたいなものを作つて衆智を集め、一刻も早くやるやうな方法が出来ると非常に促進出来ますね。

【木原】 今度新しく出来ました「溶接研究所」ではかういふ問題を採り上げてやつてみます。

【榊原】 穂積さんのところですか。早く良い成果を擧げて頂きたいものと思ひますね。

【木原】 穂積さんが理事長で所長は田中豊先生です。さういつた溶接棒に關する研究は溶接研究所としては名大の關口さん、阪大の岡田さんがやられるといふことになつてあります。

【榊原】 まだ活動をはじめてをらないのですか。

【木原】 ある程度やつてをられます。それを強力に進める必要があり、今からガツチリやつて置かなければならないと思ひます。

【榊原】 お話のやうに同じ問題を、2、3ヶ所でやるのも或ひはいいかも知れませんが、結局統合して一元的にさういふ事をやる方が効果的ではないでせうか。この重大な忙しい戦時下に同じ研究問題を國內數ヶ所でやるといふことは、人的、資材的に見て、不經濟的と思はれます。衆智結集、技術交流の點からも結集合同の方が有利即決的でせうね。

【木原】 海軍及び造船協會等が溶接研究所とタイアップして目前最大の緊急問題として早く解決しなければならぬと思ひます。

【榊原】 さういふ處の何處かで變動して成るべく早く實行に移すと可いですが。

【古武】 學術研究會の溶接班などがその一つの場所です。

【豊福】 さういふ方面の團體から例へば造船協會、艦本といふやうな所で、時々力瘤を入れることが必要ぢやないかと思ひますか。

【木原】 學研の溶接班には私も關係してゐるのですが、それよりも、もつと政治力、行政力のある所で本腰を入れて貰へればよいと思ひますね。

【古武】 先程の溶接棒の話ですが、我々の工場でいろいろに研究して見ましたが、アルコス棒に比較して今一步といふところでアルコス棒を凌駕する優秀品が出来なかつた。ところがアルコス棒のフラックスを全部削り落して、芯線の裸棒を得、これに自社製のフラックスを塗布して試験をして見ましたら、アルコス棒以上の優秀な成績を得たことがあるのです。依つて結論は、芯線の良否によるといへます。製鐵所では特に芯線の研究をする必要がありますね。

【木原】 結局溶接棒用の立派な芯線を作るといふことが大切ですね。

【榊原】 さういたしますと、造船の電氣溶接についての隘路といふと、いまの芯線、フラックスの問題で、他にはありませんか。

【古武】 クラック、即ち龜裂の問題は根絶しませんね。今ではユニオンメルトがこのクラックの問題で行詰つてをります。

【榊原】 クラックの入らない良いものがまだ出来ないのですか。アメリカでは完全に行つて居るのでせう。

【古武】 まだ、日本ではこの方面は實用の域には入つてをりない、大徑棒及び手溶接で70~80%位です。

【豊福】 肉の厚いものを—例へば輪環のやうなものを薄い板に直接溶接するといふやうなことをすると、よく割れて取れることがある。又四方固めの場合、眞中に入れ子にして溶接する。かういふやり方の悪いといふのは常識的のことです。

【木原】 それではクラックの入るのは當り前です。

【古武】 さういふことは、結局デザインが悪いといふことです。

【榊原】 結局日本のはアメリカのブラクチスに比べて、どんな程度のものなのでせうか。あなたの所では、! 製品の取付け、ハッチ・コーミングや甲板室壁を甲板にチカ付けしたり、大徑パイプの長い溶接など相當廣範圍に使つてありますが故障はないですか。

【古武】 事故は起してをりませんね。一寸した不注意からクラックしてゐるといふと、大きな問題が起りますからね。

【豊福】 クラックは母材にも問題があるのです。

【木原】 母材にもクラックが入りますか。所謂2番と稱してゐるところでなく、眞中に入りますか。

【榊原】 それは結局先刻のお話の日本の標準芯線を特別に作つて、日本の規格母材を溶接するといふことに結着しますね。

【古武】 ユニオンメルト式溶接法では從來の方法に比較して母材の熔けこむ量が多くなり、従つて母材の性質が大きく影響するのです。これはスチール全體に關係した問題になる。

【木原】 鋼板の全面的な處置は今としては困難です。日本の又は熔接性といふことが全然考慮されてゐないといつてもよく、この母材のウエルダビリティといふことが日本は遅れてゐたわけです。一般に最近鋼板の質が非常に落ちてゐて、溶接のよいものを供給せよといつても今更無理な話でせう。我々としてはさういふ種類の鋼板に對して、どういふ溶接棒を使つたらよいかといふことが問題です。

【榊原】 アメリカでは依然平時通りの鋼板を使つてゐるでせうか。

【木原】 アメリカの鋼板も質的に非常に悪くなつてゐるやうですね。

【榊原】 他の國々ではどういふ風ですか。

【木原】 ドイツが一番進んでをりますね。航空機關係ですが、この板に對してはこの棒といふやうに、母材と

溶接棒との相互的な関係を明示した規格まであります。

○

【榊原】今の話題の、割れるといふ問題ですが、それに対する対策はいかがでせう。

【古武】具體的にいへば溶接の順序です。

【木原】施行法ですね。

【榊原】これには設計と工作の両方面があると思ひますが、先づ第一の設計の方を採り上げてみますと、各造船所の設計といふものは違ふでせうか。

【古武】それは違ひますね。

【榊原】そこは各造船所で設備、溶接工の力量等の點で全面的には不可能でせうが、出来る範囲でどういふ方法が最善であるかといふことを、先刻申上げたやうな統合協同の委員会を作り全国的に技術的規準を作つたらどういふものでせう。

【古武】ある程度やつてをります。衝き合せの溶接は常識的方法ですが、クラックが起る懸念があれば、20ミリ30ミリ損しますけれども、累合せ溶接にすれば、心配はないでせう。さういふ風に最近の研究實施して居ります。

【榊原】委員会において解決するわけですね。それはどういふ風な造船所が集るのですか。例へば各造船所が落ちなく網羅されてみますか。

【古武】全国の甲造船造船所を網羅して、地區的にやつてをります。

【榊原】それには地區の者しか出ませんか。

【古武】最近は所謂全国的にやつてをります。

【榊原】各地區間の關係はあるのですね。結局全国的といふことになりませう。それは設計工作もさうですか。

【古武】溶接の順序は、ある一方からやる方法、中央から始めて斷續的にやつて行く方法等があります。然し一定の工作法規準といつたやうなものはまだありませんね。

【榊原】さういふ風に定つたものは成文的に全國關係の造船所に廻すのですか。云ひ換へれば技術の公開交流とでもいふやうな……。

【豊福】溶接構造の研究會を艦本主催でやりましたね。あのときはさういふことを検討したのです。それが現在軍艦關係の基準になつて大體やつてをりますが、商船ではそこまで行つてをりませぬね。

【榊原】さういふものを配布するといひでせうな、日本海事振興會ではそんな企てをして居ると聞いてあります……。

【埴田】軍艦用として定めてありますが、海軍ではこれを標準としてやつてあります。棒に就ては別に特定のものを皆んなに使へといつてあるわけぢやないのですが、かういふ性能のものを基準としてあるといふことで海軍

で製造し使つてあるものも開放してあるわけです。

【吉識】基準を與へて、それに出来るだけ近寄せてやつてあるわけですね。

【榊原】それは軍艦關係の戦時標準ですか。

【埴田】商船の場合は何か規準といふやうなものが定められてをりますか。

【豊福】造船ではありません。しかし、大體の概念としては似よつた方法にはなつてをります。

【榊原】それがしつかり統一されると、監督検査の方からいつても非常に樂でせうな。今海軍で統一しておやりになつてをりませぬか。

【埴田】商船ではそこ迄定めてをりませぬ。

【榊原】今の商船の工作方法に基準がないので具合が悪いのでせう。また一方設計の基準にも關係がありますね。

【埴田】それは基本的の事項以外はなかなか難かしいかも知れませぬ。造船所の能力・施設、さういふものによつても大きな制肘を受けるわけですね。

【榊原】さういふ點はありますね。

【埴田】ある造船所はかういふ範圍に溶接を使つて、かういふやうな組立をしてゆくといふ大きな方針を定められる。それを更に小分してゆくと、いくつかのブロックをもつてある。このブロックは例へば10とか20とかのピースから成つてをれば、これらのピースを溶接して組立てる場合の工作法迄は指示しても、その組合さつたものを更に組上げる時は、これはかういふ順序で、かういふ工程で出来てゆくといふ處になると一般的に統一する事は困難となる。素人の集りで作つても、材料の整理も組立の順序も皆自然に決まつてしまふ。溶接の型式も定まつてしまふと云ふ様になれようまいでせう。更に艦裝品の取付までも含めることになれば一層進んだものとなるでせう。

【古武】それはなかなか決められませぬよ。

【埴田】最初は手はかかりますが、同じ船を澤山造つてゆくといふ場合にはさういふもののあるのが普通ぢやありませんか、海軍では實際○でやつてある。

【古武】難かしい問題ですね。

【埴田】これは一例ですけれども、ドイツあたりの話をきいてみますと、その點が實に懇切丁寧に出来てある。指導者が全くの素人を現場に連れて行つて、恰も手を執つて教へてやるやうに書いてあるのです。それを見さへすればひとりて出来てしまふ。

【豊福】圖面が單に構造圖でなく、工作圖面である必要があります。多少話は違ひますが、例へば隔壁の圖面にはパイプフランジの取付けから或ひは機械の臺など取付けるものは全部現はしてあるといふ風に持つてゆけば、大量生産もうまくゆくと思ひます。

【榊原】實際において、だんだんさういふ方向に進み

つつあるやうですね。

【豊福】 さうです。

【榊原】 先程お話のあつた海軍省の溶接設計、工作法規準ですが、これが商船にも作るのでしたら、今のお話のドイツ的に親切な、工作的なものを注意書にしたらいいと思ひます。

【木原】 それをエキザンプルでやれば標準も出来るでせう。さういふ意味で共通的なものは出来るのぢやないですか。

【榊原】 それが出来れば大分大量生産に寄與しますね。

【古武】 それは設計上の統一です。しかし工作法となると、各社が區々ですよ。電流、電壓も違つてゐるし溶接機械も違つてゐる。實際において工作法に一つの基準を作ることは困難でせうな。

【木原】 統一は出来なくとも一つの標準、基準といふものは出来ると思ひます。なにも電流や電壓まで定めなくともよいのです。我々の飛行機の方では溶接に関する設計標準や工作標準を作りましたが、設計、工作の標準といふやうなものを作るのは熱意の問題です。造船協会の技術委員会などでも、やれば出来ると思ひます。結局熱意ですね。

【古武】 結論はさうでせう。

○

【榊原】 話は前に戻りますが、遅れてゐるといふ商船の方の溶接基準について、もう少し話を伺ひたいのです。

【木原】 設計標準の方は、例へば大型の船のバルクヘッドはかういふ設計、小型の船のバルクヘッドはかういふ設計が良いといふ風に標準を示してやるだけでよいと思ひます。また工作標準の方は、その大型のバルクヘッドは大體幾個のブロックにして、そのブロックは此處から溶接を始めるといふ風に、大體の標準を示すわけです。各造船所の設計に依つて實際はその標準通りに出来ないでせうが、それでも標準があれば助かりますよ。

【榊原】 それは是非必要のやうに思ひますね。

【木原】 多くの間違ひがあつても、現在役立つといふ拙速主義の一つの標準を示してやるといふことが大切で、その後改むべきところがあれば逐次改訂してゆくといふことでいいと思ひます。

【古武】 さういふ場合、クラックの問題の外にアンダーカットの問題があります。一寸した不注意でアンダーカットを起しますよ。特に薄い鉄の構造物に厚い鉄を溶着するやうな場合に起り易い。しかも、それが油タンクのやうな重要構造物であると、僅かの工作上の不備から重大な結果を引きおこすやうなことになります。

【榊原】 その厚い鉄と薄い鉄とを溶着する場合の厚さの違いに制限でもありますか。

【豊福】 さういふ基準はありませんね。

【木原】 それは各造船所を集めれば作れると思ひますね。

【埴田】 結局根本的な問題は設計上と工作上の問題にもなりますが、立派な信頼性のある溶接が容易に施行出来るやうに、又材料が有効に使用出来るやうに設計の基準が出来てゐることが必要でせう。

○

【豊福】 溶接における製品検査が出来るとよいのですが、それが現状では出来ない。理論上は兎も角實用的には出来ないでせうね。

【木原】 ボイラー関係などでは X 線検査等もやります。しかし船體のやうな大きなものでは、出来上つた溶接部の検査をすることは溶接の本質からいつて、一寸無理ぢやないかと思ひます。そこで溶接棒の検定試験とか溶接工の技術検定とかをしつかりやつて、溶接が終る前に缺陷の起さない方法を探るといふことが大切になります。

【豊福】 それが必要ですね。

【埴田】 そこまで持つて行く過程としても必要になりはしませんか——。

【木原】 缺陷の見えるのはクラックだけで、プロホールはボーリングして見る以外には先づ方法がない。伊太利あたりでは少しやつてみたやうですが、餘り適用出来ないのです。結局出来上つた後の検査としてはクラックだけでせうね。クラックのある奴は駄目ですが、それが無いものは、溶接としてまづいいのだといふ風に考へても差支へないと思ひますね。

【豊福】 さうですね。現在では外貌検査による外はないでせう。

【木原】 ドイツあたりは非常な熟練工が現場を見て廻つて、これは拙いと考へたらその施行を止めさせ、それを直させるといふ風に、現場監督を非常に嚴重にしてゐるらしいですね。

【榊原】 商船でもさうですね。船級協会の規程でも工員の訓練監督のことは厳しく書いてありますよ。

【木原】 結局出来上る前に缺陷を抑へるといふこと、これが一番良い方法ですね。

【榊原】 熟練者がぐるぐる廻つて監督するやうな方法は何處の造船所でもやつてゐるでせう。

【木原】 しかしその程度が問題ですね。

【豊福】 結局見て廻るだけではね。

【古武】 しかし熟練者が見てよかつたら大體事故は起らないですよ。

【榊原】 その見廻検査はどういふ階級の人がやるんですか、工長ですか。

【古武】 工長級ですな。

○

【榊原】では次の問題に移りませう。

【豊福】ヒズミが問題ですね。

【古武】ヒズミの問題は、出来るだけこれを防止、抑制する方法をとつてはります。しかし構造上ヒズミがあつても差支えない所は餘りヒズミを恐れないことにしてはります。その方が良好なデポジットメタル、即ち無理のない溶接が得られるのです。

【榊原】ヒズミのある方が悪い場合があるのですね。

【木原】これはまた極端ですな。

【豊福】ある方が悪いといふのは、ヒズミを無理に抑制するところに問題があるからです。

【古武】私のいふのもその意味なんです。

【榊原】インターナル・ストレスが少いといふのですな。

【木原】ストレインの大きいといふのは曲つたりすることで、曲つてしまへばインターナル・ストレスは小さくなるわけですからね。

【榊原】そのヒズミの問題で更らにお話願へませんか。

【木原】實際非常にむづかしい問題です。これはよく間違へるのです。残留應力は3つに分けて考へられる。1つは船全體が曲るとか縮むとか、全體的なその熱の影響ですな、第一義的なものです。一直線のバットを溶接したとき、通常拋物線的な應力が残りますが、これが第二義的なもので、工作法によつて異つて來ます。それから第三義的なものは局部的な残留應力で、極く小さい部にだけ残る奴で、かういつた3つの残留應力が重疊して残るわけで、非常に複雑なものです。外から見て變形が少いから残留應力も小さい、だからこの溶接方法が良いといふ風に簡単に考へるわけには行きません。

【榊原】木原さんは、ヒズミは出放題に出して置けばいいと云はれますが……。

【古武】そこが面白い問題なんです。

【木原】ヒズミは工作法によつて様子が非常に異つてきます。

【榊原】實際問題として戦時標準船などによつて指導されてゐるので、技術的にも規準的にも漸次改良されて行くでせう。

【古武】しかし一口にいへば、基準はないといふことですな。

【木原】確かに第一義的なものは外見的な變形は少い方が良いわけで、第二義的なものは外から見えない中に残つてゐるわけです。〇〇造船所で私達が關係して實驗した結果によりますと、外見的な變形と残留應力との關係は小さい船と大徑棒とを使つた場合様子が全く違ふのです。

【榊原】結局變形は關係しないといふことになる二義

的なものが、一番重要なことになりますか。

【木原】それは何とも云へないですな。

【埴田】ヒズミの問題で實際に困つてをられますか……。

【古武】それ程の隘路ではありません、恐るべきものではありません。

【埴田】只、出来上つたものが酷く局部的に歪んでゐる。これを組合す場合に合はなかつたら無理矢理に引つ張つてもうまいかぬといふやうなことでは困るわけですが。

【榊原】次はインターナル・ストレスの問題ですが、日本では割れた船はありませんか。

【木原】溶接船が就航してから、溶接の缺陷が現れたといふことは餘り聞きませんが、若しあれば最初からクラックが入つてゐたのではないかと思ひますね。

【古武】我々實際に携はつてゐるものからいへばさういふ學問的問題以外に、かういふ問題がありますよ。例へば鉄打工に比べて溶接工は養成し易いといふやうなことです。又電気溶接の機械も相當數量確保はしてゐますが電源の問題、即ちトランスフォーマーの入手困難に困つたり、また資材として珪素鋼板が窮乏になつて來ました。われわれとしてはさういふことが問題なのです。

【榊原】代用材がないと諦めてしまへないで、研究を進めてはどうでせう。

【古武】電気技術者も研究はしてゐるやうですが、現在ではこれらのものが結局すくないやうです。

【榊原】次に技術的な點で、もつとお氣づきの點はありませんか。

【豊福】私の所は場所が特別狭いので困つてゐます。

【古武】それはしかし全国的にでせうな。

【豊福】かういふ多量生産的なブロックになると、舊來の建造様式と變つて、急速に作るといふためにはまづ組立の場所を造らなければならぬのです。

【榊原】狭い地面を廣く使ふといふ意味で2階では出来ませんか。更に3階4階位の大きなビルディングで、一番下はマーキング、シャリング、鍛冶屋さん、2階は孔明けといふ風に……。シャトル邊りの新設造船所ではクレーンが入手出来ないせいか木製2階プラットホームを作つてゐるのですね。ポートデッキを構築する時などはこの2階の上にクレーン代りに無軌道自動車みたいな大きなものに20トン位のジブ・クレーンを取付けて使ひまして、階下は材料置場になつてゐるといつた方法を探つてゐますね。又造船所の船塞を間引くといふことですな。

【豊福】私のところでも〇ヶ所間引いてをります。

【古武】その次はクレーン・キャパシティー不足の問題

があります。地上ブロックの増大につれてクレーンの能力増強が必要になります。

【榊原】クレーンの早期入手難も問題ですね。

【古武】結論をいふと溶接といふものはだんだん発達すべき運命にあるものと思ひます。溶接にも問題はあるのでせうが、この際鉄にも溶接以上に問題があるといふことを考へねばならぬと思ひます。

【豊福】たしかにさうですね。

【榊原】今後は溶接が如何なる方面に発達して行くか、將來の擴大方法など大いに抱負とか氣焔を話していただきたいのですが……。

【吉識】それについての一つの方向は自動溶接ではないかと思ひます。手溶接では先程も問題になりました溶接工の技倆といふことが入つて來ましていろいろな缺陷が現はれる。これを除去するといふ意味において、半自動溶接とか自動溶接が將來の發展性をもつものではないかと思ひます。だからさういふ意味でいろいろの自動、半自動溶接についての問題を此處の話題にしてもいいのぢやないですかね。

○

【榊原】では溶接の方法はどういふ風な方向に進んで行くべきであるかといふことをひとつ……。

【古武】一番の問題は高速度の溶接でせう。3ミリ4ミリの溶接棒を使つてやるのが從來の溶接でしたが、それよりももつと大きな、大徑棒を使つて高速度に溶接するといふことが、今後の緊要な研究問題になると思ひます。即ち高速度溶接の方式如何といふ問題ですね。

【豊福】かういふことも考へられるのです。例へば鋼板と鋼板とを衝合せて、抵抗溶接のやうな式に直接鋼板を溶かして溶接するやうな工作機械を考へて行く、さういふ方法が出来れば都合がよいですね。これによつて船の大きい板を接合せて行く。即ち或製作所でパイプの溶接にやつてゐるやうな式にです。

【榊原】デボジット・メタルはないわけですね。

【木原】それは溶けるのぢやありません。結局平板の壓力をかけるのです。パイプですけれども周りのローラーによつてコンプレッションがかかり、順番に溶接されるのです。船體用の鋼板を電気抵抗溶接で衝合せるのは無理ではないかと思ひます。

【榊原】兩方の板の縁を斜に切り重ねて上下からやることは出来ませんか。スカーフ・ジョイントですか。

【埴田】それはむづかしいでせうね。

【木原】我々の方で輕合金用の大きな溶接機を用ひても8ミリ以上は着かないのですから、一寸コンプレッションの掛け方が無理だと思ひます。今ひとつやつて見ようと思つてゐる方法があるのですが、自信がないので手が出ないでゐます。

【榊原】飛行機が空を飛ぶことは100年前から見れば

意外の發展です。抵抗溶接も……。

【木原】諦める手はありませんが……。

【古武】現實的な問題からいふと溶接方法に3種類があるのです。從來の普通の手溶接と、それから赤崎式——これはまだほんとうに實用の域に達してをりませんが面白い着想です。その次はユニオンメルトですな。アメリカ、イギリスで澤山使つてゐるが日本ではこれも試験の域を脱しないでせう。その次は最近次第に普及して來た大徑棒の溶接方法があります。これは〇工廠で最初に公開されたものですが、最近各社獨自の方法を考案して實施中です。それで赤崎式でもユニオンメルトでも溶接面の仕上りに相當程度の正確さを必要とする。即ち開先の隙きに不同があると満足な溶接が出来ない。然るに現在の造船所の實情は瓦斯切斷で溶接面を仕上げますから、この正確度を餘りやかましくいふことは非常に困難を伴ふのです。大徑棒溶接ではこの點が緩和されますから實用に適するといふことになる。さういふ意味で現時局下、大量生産の目的に叶ふのは大徑棒溶接方式だと思ひますね。

【榊原】特に戦時下必要ですね。

【古武】これだと先刻のお話のヒズミも少い。労力の節約にもなる。電力の節約になり、出来栄えもいいわけです。非常にいいと思ひます。かういふわけで大徑棒溶接といふことは近き將來はどんどん発達する運命にあると思ふのですが……。

【榊原】外國では何時頃から使はれてゐますか。

【古武】文献は知りませんが。

【木原】向ふでは餘りポピュラーに行つてゐないやうです。

【榊原】日本駐在のロイドの船級協會のコックスといふ主席司檢官が數年位前本國へ賜暇で歸つて見て來た話に、今度向ふで見て來たが溶接のこれから進む方向は、エレクトロードが太くなる。現に半時のものが研究されてゐるとのことでしたから、相當前から研究されてゐるわけです。日本ではそんなに古くからではありませんね。——それから半自動用の大徑棒ですが、結局それは自動溶接ばかりですか。

○

半自動溶接で溶接棒のコンスタント・イングリネーションと否とは結果においてどうでせう。

【木原】餘り差がないのです。僕自身としては早く溶接することが必要だと思ひますが、それ以外に溶接の信頼性をよくするためにユニオンメルトでも、赤崎式でもある程度面倒臭くつてもやるといふことが必要なことではないかと思ひます。この際面倒臭いが信頼性ある溶接を得るといふ方法と、何でもかんでも早くやるといふ方法との2つの進み方があると思ひますね。

【榊原】木原さんのいはれるやうにハイスピードにや

つても缺陷を生じてをりませんか。或ひはもつとスピードアップして行けないものでせうか。

【豊福】今の方式ではその程度でせうね。アメリカの溶接は20倍早く出来るといふことですが……。

【吉識】それはユニオンメルトですね。

【榊原】それで向ふの船が早く出来るのでせうか。

【埴田】そんなに早いのですかね。

【榊原】1日5隻位ですから——。

【埴田】しかしそれは船臺が多いからでせう。

【榊原】溶接のスピードが早ければ船の建造も早いわけになるのですな。

【古武】アメリカは現在ユニオンメルトを使つてゐることは事實ですけども、そんなに大量ではないでせう。全溶接の12~3%位と想像されるわけです。しかし、日本では貨用に適してゐない。ユニオンメルトにはいろいろの研究問題が残されてゐますが、最大の難點は相當の設備を要するといふことです。目下の我國の實情からして資材、特に電氣的資材の點で、急速に實現出来ない實情にありますね。

【榊原】設備がそんな大きなものですか。

【吉識】大きいものですよ。

【古武】先刻お話の母材に溶け込む量が非常に多いのです。その結果母材の不良性が直ちに溶接部に現はれてクラックを生ずることになる。この點にも非常な難點があります。

【榊原】埴田さんどうでせう。將來の發展方向といふことについての御意見、抱負がございませう。

【埴田】溶接自體は皆様のいまのやうなお話のことになりませう。

○

【榊原】では次に使用範圍の擴大といふことはいかがでせう。

【木原】例へば日立の山内さんは開先をとらないで、非常に大きな電流を通して無理矢理に板厚の60%位を溶かすことを考へてゐる。裏返してもう一遍やるわけですね。熔着金屬の性質がいいか悪いかを今研究されてゐます。それともうひとつ面白いのは藤永田の美馬さんの發明された溶接ですね。

【榊原】あれは今後どの程度實用化されますか。

【木原】まだほんの豫備實驗をされただけですから分りません。まだ裝置を試作されてゐる程度です。

【榊原】實際世界的な發明獨創ですな。ワイヤの代りに圓盤を轉がすのですからね。

【木原】實用的には使へないといふ人もありますが、美馬さんは充分實用になるといつてをります。又電源に關つてゐるところでは、電源の方を擴張しないで溶接を澤山やらうといふ方法があるわけです。所謂3相溶接ですね。普通はシングルフェースで溶接をするのですが、

溶接機2臺或ひは3臺を3相に入れて、バランスをとつて電源のロードを軽減するといった新しい方法もあります。溶接の質的改良の方面もいろいろ研究されてゐますから、將來どれが一番いいかといふことは一寸分らないですね。

【榊原】結局船全體がオールウェルドになるのは當然なことになるでせう。ノー・リベット船について皆さんのお考へはいかがでせう。

【豊福】差し當つては、今の溶接構造ブロック式も結構です。小さいピース類の構造については鉄着をただ溶接に代へたといった概念がまだあるやうです。あれは溶接に適した構造に直す必要が有りますね。現在としては大體ブロックになつてをりますが、ピースは極力溶接式にやらなければならない。これはいろいろな意味でセーブ出来ると思ひます。オールウェルドはその程度が、いろいろな點からみてなかなかむづかしいですね。

【埴田】オールウェルド・シッフは好ましいことと思ひます。しかしオールウェルドは可能か不可能かといふ問題は結局それに附隨した周圍の條件を考へないでやる時の場合のことです。兎も角今は興へられた施設と人間と技術とを使つて、極力早くいいものを作らうといふことが問題なんです。ですから無暗に溶接を使つたから早くいいものが出るといふことはいへない。さういふいろいろな條件を無視すればオールウェルドは好ましいことだと思ひます……。無論將來はそこ迄持つて行く理想で所要の施設等を考へて行くことは別個に必要ではありませう。

【榊原】吉識さん、今のプロセスの他に將來のお考へはありませんか。

【吉識】結局今の埴田君のいはれたことに歸着させよう。無理して溶接したつて何にもならない。そこらから相當考慮を要する點だと思ひます。

【榊原】では結局鉄との巧みなコンビネーションといふわけですね。

【埴田】溶接も相當進歩してゐるので、概念的にいへば、計畫上は信頼性のある溶接が施行出来るやうな構造をデザインして、極力溶接の範圍を擴大して行くことが必要になつて來ます。また工作法としてみれば信頼性のある溶接が早く出来る方法を考へるといふことに重點があるでせう。

○

【榊原】では船體裝裝の方面はどうでせう。

【豊福】これもある程度方針を定めなければいかぬと思ひます。

【榊原】簡単に出来さうですね。裝裝品の溶接基準は造船統制會の戦時標準裝裝品では相當ウェルドを使つてゐます。

【古武】各社まちまちにやつてをりますね。例へばデ

リックポストの12ミリの鉄板へ30ミリの厚さの金物を取付けるのには溶接は無理で鉄がいいですよ。鉄には鉄特有の信頼性があり、鉄と溶接は結局併用するがよいと思はれます。

【吉識】 鑄造品については形とか構造とか、さういふことをよく考へてやるべきでせうね。例へば鑄物や鍛造品を出来るだけ少くして、うまく溶接を使ひ、板とそれらを組合せて作ることなど……。

【木原】 さういふことは大いにやらなければなりませんね。

【吉識】 溶接に適したものは出来るだけやらなければ……。

【木原】 今迄の鍛造品を溶接でやるか、或ひは鍛造及び溶接と併用ですればいいと思ひます。そして各造船所でやつてをられる経験を公開されればいいですね、さうすれば俺もやるといふことになるのぢやないかと思ひます。鍛造品に對してもつと進出することが必要ですね。

【古武】 最近横濱でやつてみます。艦船用のストップ・バルブにパイプを使つて、それに溶接して盛んに使つてをります。300ミリのものを鑄物では行詰つてをる。それを今統制會に出してをります。

【埴田】 随分大きなものも作つてをります。——そしてこれは新造ばかりの問題ではなくて、修理の場合、例へば大きな鑄物鍛造品の破損の場合電氣溶接を巧みに使用して修理工事の期間を短縮しようといふことも大きな問題です。さういふ方面にもこれからの研究があると思ひます。

【柳原】 小船用ですが、ホース・パイプのペルマウス

やデツキ・ピースまで全部鋼板でウエルドする造船所がありますね。これは確か日本海事振興會で表彰したとのことですよ。

【木原】 今は溶接でなければ間に合はないといふことが随分ありますね。

【柳原】 ではこの邊で——皆さんお忙しいところをありがたうございました。

(10月13日・於大日本體育會)

(816頁よりつづく)

6) 機械の振動は早期に修理せねと機構部分を傷める他にコイルの絶縁物に振動を與へ、壽命を早く終らしめるものなれば特に氣を付けること。

7) 焼損コイルを修理する場合は、そのコイルに雲母が用ひられてゐても必ずしも雲母でなければならぬことはない。一般に雲母や石綿はB級絶縁物と稱し、温度に對し壽命が大であるだけであるから、綿類紙類等で充分である。只この場合は温度上昇が15°C位低くなる様な作業目的に用ひればよい。但し絶縁されてゐる所は如何なる場所でもこれを省略してはならぬ。

以上は凡て、指導者は良く機械の性能を知り其の配置運用を良好ならしめると同時に、作業者に就いては機械の保守點檢に一段の注意を拂ふと云ふことに盡きるのであつて、戦局日に苛烈の折柄敵撃滅増産陣に製作者使用者のより緊密なる協力を希望するものである。

(筆者・日立製作所技師)

▶ 岸壁用起重機に就いて

本誌前月號(10月號)に譯出掲載されたダルジールの岸壁用起重機の電化論に對して、頑なに舊套を固守して離すまいとする國、英國には未だに舊式な水壓起重機などを主張せんとするもののあることは、面白い事實である。それ等の論者のいふ處を聞くと、「數年前まで電動起重機の原價は同等或ひはそれ以上の能力の水壓起重機より3割方高かつた。勿論戦後の生産費騰貴を考慮に入れるとしても、この割合は大體變つてゐないと思ふべき理由がある。更に水壓起重機の方が堅牢で、それ程複雑でない上に、一般に耐久力が強く、事實、40年以上も有効に使用されてゐるものさへある。しかも維持費も左程にからぬ。だから、他の點で電動起重機の方が秀れてゐるとしても、原價に對する利息、償却金等の點に於て水壓起重機の方が依然有利である」と、いふのである。我等の敵、英國の國柄がこの金權本位の所論のなかに判然と窺はれはしまいか。

▶ Uボートと敵の商船

次に譯出するものは、敵米英が、わが盟邦獨逸のUボートの脅威に抗せんとして、或る段階に於て互ひに奮闘せんことを警告し合つてゐた頃の報道の一部である。これも敵狀を知る上に幾分の参考にならうか。曰く、

○月に於けるUボート戦に關する、下の如き共同聲明が△月△日ルーズベルトおよびチャーチルの名を以て發表された。

「○月第3週に到るまで、獨逸Uボートの攻撃によつて反輻軸側の商船は全く損害を受けるところがなかつた。然るに○月○日久々に少くとも15隻のUボートの一團が北大西洋に於て西向きに船團に攻撃を加へて來た。

「戦團は4日半繼續した。3隻の護衛船の損失に就いては既に發表した。その外に少數の商船が撃沈された。しかし海空の護衛の猛反撃の結果、多數のUボートが撃沈された。

「○月末に於けるUボートの活躍にも拘らず、前月末の商船の損失平均は開戦以來最高記録であつた。

「然るに、この集團による敵の攻撃の再開は、敵がUボート戦を有利に導かんとする努力を惜しまざる意圖を明かにするもので、この脅威の除かるまでは、最大限の努力と注意を要する。」

この聲明は、尙不斷の注意と決意の必要が去らないことを明らかにし、獨逸の脅威に抗する米英當局の懸命の努力に信頼置き得る充分な根據にはならぬ。

● 特 許 解 説 ●

技 術 院 福 田 進
技 術 院 技 官

◇被覆層を施せる溶接棒 特許第 109226 號 (特許権者) 株式会社日立製作所

電弧溶接に於て有効鐵滓の生成の目的で被覆剤として硅酸アルカリを使用せる被覆溶接棒は、保存中にその硅酸アルカリが大氣中の炭酸瓦斯等を次第に吸収し風化して白色粉末を生ずるので、外觀を損する許りでなくその爲めに龜裂を生じて衝撃に遭ふと容易に割離し、且つ内部の心線に錆を生じて被覆層の性能を發揮出來ない缺點がある。そこで本發明は硅酸アルカリを以て混捏せる溶劑を適當の厚さに軟鋼其他の鐵棒上に被覆し、これが乾燥した後にその表面に醋酸セルローズの揮發性溶液を塗布したもので、醋酸セルローズの塗層は能く溶劑の風化を防止して上記缺點をなからしむるから、長期の保存に耐へ溶接の結果を良好ならしめる。

◇電氣溶接棒に厚き被覆を施す方法 特許第 113633 號 (特許権者) 株式会社日立製作所

電弧溶接の作業を行ふに當り、大氣中の酸素と窒素が酸化物又は窒化物の形で熔着鐵中に混入されるか、或ひは熔融金屬によつて吸収されて悪影響を與ふるので、その害を防ぐには被覆剤層を相當厚くしなければならない。然るに従來一般に用ひられる水硝子(硅酸曹達)は流動性である爲め塗着の際棒の周圍より流れ落ち厚く被着することが出來ないから、塗布乾燥を數回繰り返して適度の厚さに被覆するので甚だしく手數と時間がかかる。そこで本發明は適當の濃度の硅酸曹達に炭酸アンモニアの水溶液を加へて混合し、之を溶接棒の外周に被着し乾燥膠着せしむるもので、硅酸曹達に炭酸アンモニアを加ふるときは著しく粘着力を増して流動性を減ずるので、この混合液中に棒を挿入し靜かに引上ぐるときは、唯一回の操作にてその周圍に充分なる厚さに被着することが出來、而も乾燥中下方へ流動して厚みに不同を生じないのみならず、又これを加熱するときは炭酸アンモニアは容易に分解して、アンモニアと炭酸瓦斯となり氣散するから、乾燥後炭酸アンモニアを有しないために電弧に何等悪影響を與ふることがない。

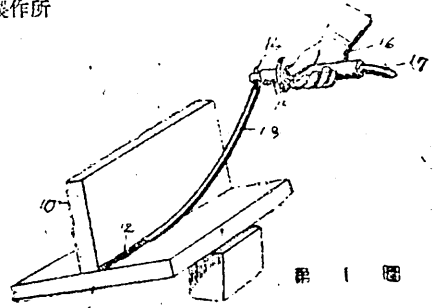
◇被覆溶接棒 特許第 121232 號 (特許権者) 海軍大臣

鐵鋼を被覆溶接棒にて溶接するとき、従來一般に熔滓が熔着鐵の表面を完全に被覆すると稱せられて居る溶接棒にても、事實熔滓が熔着鐵の表面を完全に被覆することは困難である。本發明は砂鐵 35 乃至 45%、フェロマンガ (マンガ量 70% のもの) 10 乃至 20% 及硅砂 15 乃至 25%、殘部石灰・硼砂・マグネシヤ及びアルミナの適當量より成る粉末混合物を適當量の水硝子、そ

他適當なる膠着剤を以て軟鋼芯線上に塗布乾燥したもので、軟鋼の溶接に際し、熔着鐵の表面を熔滓が完全に被覆し熔着鐵が冷却に際し酸化及窒化するを防止し、熔着鐵の延性の減少を防止して、日本標準規格 A4 號試験片に依る全熔着金屬の抗張力が 50 乃至 55 疋/平方疋、延伸度が 30 乃至 33% となるものが得られる。

◇電弧溶接方法 特許第 125698 號 (特許権者) 株式会社芝浦製作所

電極を溶接線に沿ひ適當に配置したる上、溶接電弧を一旦點弧すれば、溶接作業を自動的に行進し得る、所謂自動溶



第 2 圖



第 3 圖

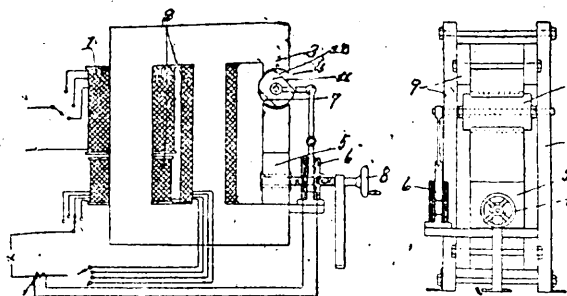
接に於て電弧の長さ及び方向、溶接部の大き及び位置を簡單且つ容易に制御せんとする爲めに、本發明は特に溶接電極 (13) を略一様に彎曲すると共に、その上に電氣絶縁溶劑を被覆し、その端部 (14) は溶劑を剥ぎて裸とし、溶接作業員の手 (16) にて把持する電極保持器 (15) に取りつける。溶接中作業員は彎曲せる電極 (13) の凸側を圖示する如く加工體 (10) 及び (11) に接觸せしめ、溶接作業の進捗に伴ひ、電極を溶接線に沿ひ徐々に加工體に當て、溶接作業全般に互り圖示せると同一の相對位置を持續し、裸端部分 (14) を上向とし、電極の被覆部分全體を消費する迄作業を繼續し得るやうにする。更にこの上向部分により電極をその加工品と接する點を支點として傾斜し易くなつてゐるので、電弧の長さ或は溶接部の幅を任意に制御し得る。例へば第 3 圖の如く溶接作業の進捗に伴ひ、電極 (12) をその實線位置と點線位置との間を反覆回動することにより、幅廣き溶接金屬 (19) を容易に堆積せしめ得べく、斯かる回動作業を行はなければ、溶接部の幅は (19) より狭き (20) にて示すものとなる。本方法は填充溶接又は衝合溶接の何れにも使用し得る。(第 1 圖乃至第 3 圖参照)

◇接目溶接方法 特許第 144113 號 (特許権者) 東京芝浦電氣株式会社

本發明は溶接線に沿ひ、一列に配設せる複數の發熱裝

置の發熱作用及び相互の間隔を適當に定むることによつて、相當部厚の金屬板又は管等の接目を熔接部に氣泡や鐵滓を包藏せしむることなく熔接して強靱なる接目を得んとするもので、接目に側方より壓力を加へつつ、比較的迅速に加熱して細長き熔融金屬溜の最初の部分を生成せしめ、次に該溜の減少せる導熱容量と平衡する様に前よりは緩慢なる割合にて加熱し、前記溜の下側にある前記接目の非熔融縁の溫度を熔接溫度迄上昇せしめ、最後に前記溜の終端をその底部より上方に向け凝固せしむる割合にて加熱するのである。

◆自動電弧安定裝置 特許第 144310 號 (特許權者) 旭電氣工業株式會社



第 4 圖

第 5 圖

交流電弧熔接機にては元來電弧を安定せしむる爲めに漏洩磁氣迴路を作り、熔接對照物に應じ、豫め漏洩鐵心を手動にて移動し置き電壓變動率を大きくして電弧の安定を保たしめ得べくせられてゐるも、これによつて電弧の安定を保つは困難であつて、惹いては熔接操作に多大の熟練を要するものである。そこで本發明は電弧の安定を自動的に保たしめんとする目的で、漏洩鐵心(3)に切斷間隙(11)を設け、この部分に廻轉鐵心(4)を挿設し、廻轉鐵心(4)は 2 次側電流に連絡せる電磁石(6)と關聯せしめて、これが 2 次側電流の減少に伴ひ磁束の通路狭小となる方向に向け廻轉する如く構成したものである。従つて熔接の際熔接電流が減少すれば、電磁石(6)の吸引力が減少して廻轉鐵心(4)は平衡錘(7)により時計針と逆方向に廻轉し、廻轉鐵心の切斷部(11)の爲め漏洩鐵心(3)との間に空間(12)を生じて、磁束の通路を狭

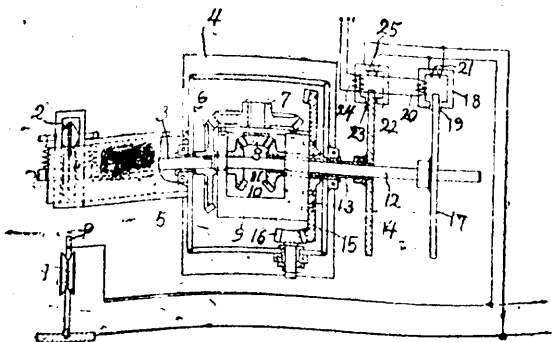
からしむる如く作用すると共に、これにより漏洩磁束を減少し、2 次側電壓を増大せしめ電壓電流を増大する爲め電流の減少は極めて小で、電弧の安定を能く自動的に保たしめ得るのである。尙圖中の符號(1)は 1 次線輪(2)は 2 次線輪、(5)は移動鐵心、(10)は變流器である。(第 4 圖第 5 圖參照)

◆電弧熔接棒自動送給裝置 特許第 151172 號 (特許權者) 株式會社日立製作所

従来の自動電弧熔接裝置に於ては、熔接棒を熔接電弧電壓或ひは熔接電流によつて制御される電動機により送退せしむるやうにしたものでも、前記電動機が熔接電弧電壓或ひは熔接電流の變動に應じ、熔接棒送給速度を變化し、又は回轉方向を變換する動作は充分敏速でない。そこで本發明は定方向に定速回轉をなす熔接棒移動用驅動裝置(16)と直接熔接棒(P)を送退せしむる軸(3)との間に差動齒車裝置(8)(10)(11)を介入し、該差動裝置の包含する 2 個の齒車(10)(11)は何れも熔接電弧状態に應動する 2 種の制動裝置(14)(17)によりそれぞれ制御さるるやうなし、前記各制動裝置は互ひに前記差動齒車裝置に對し、該裝置の熔接棒送給動作につき互ひに相反する如く影響すべからしむることに依り、熔接電弧状態の變動に敏感に應動して、熔接棒移動速度の變動或ひは回轉方向轉換を適確に行ふやうにしたものである。(第 6 圖參照)

◆電弧熔接方法 特許第 159206 號 (特許權者) 大谷平吉

電弧熔接作業に於て上向熔接作業、豎向熔接作業等に於ける如く、熔着金屬粒滴を重力に抗して母材に添加せしめんには、電弧熔接棒端の熔粒を母材に強制的に接觸せしめて電氣的に短絡して添加するか、又は爆發性の電弧熔接棒によつて棒端の熔粒を爆發的に飛散せしめて添加するを要する爲め、斯る作業は下向電弧熔接作業に比し甚だしく困難である。そこで本發明は困難なる上向電弧熔接作業等を的確平易に、而も成分比一定せる熔着金屬粒を規則正しく熔着せしめんとするもので、熔接電弧間隙範圍内で電弧熔接棒をその軸線方向に急速に母材に向つて運動せしめ、該母材に充分接近したる時該運動を彈發的に瞬時に停止せしめ、該運動の慣性により前記電弧熔接棒端の熔融金屬粒を彈發して、前記母材熔接要部の熔融壺に彈着融合せしむる操作を適當なる機械的手段により、定時的に反復して連續之を行はしめて熔着金屬を母材熔接要部に添加せしむるのである。



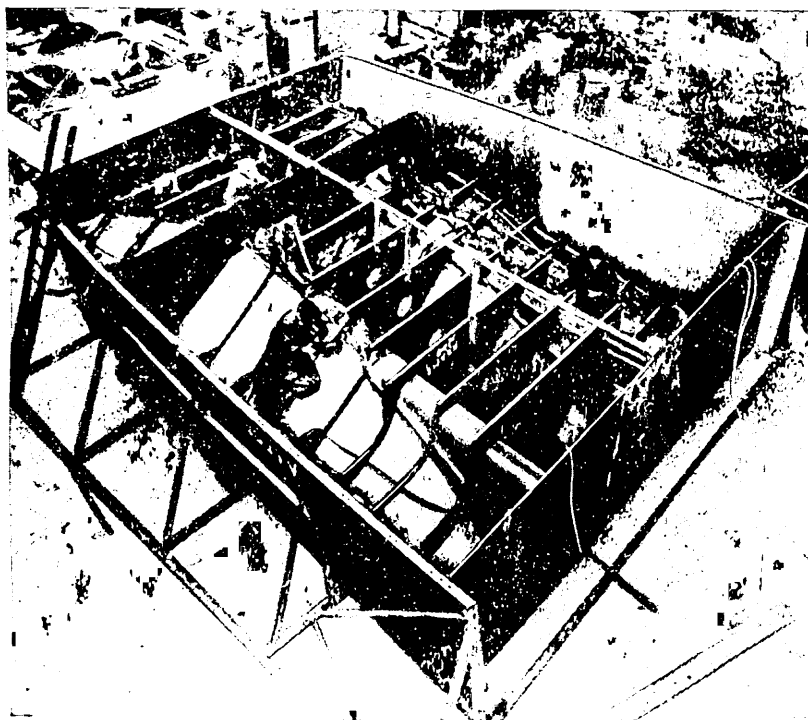
第 6 圖

● 天然社・刊
 改訂 船型學(上卷)抵抗篇 工學博士 山縣昌夫著
 從來の A5 判を B5 判に改装、改訂の上近く發賣の豫定
 時辰方位角表 B5 判上製 價 20.80 円 .80

昭和十九年三月二十日第三種郵便物認可
昭和十九年十一月十七日發行
昭和十九年十一月十二日發行

◆ 曳船建造の新方式

“Novel Tug Construction”, The Shipping World.



2方向に彎曲するやうな表面を持つものを建造した経験がないのであり、而して普通のトンネル型船尾の場合にはその部分の外板は著しく振らなければならないのであつて、それ故に船尾部を直線型に改め、トンネル部の外板は1方向だけの彎曲を持つやうにした。斯くして船尾部は、鋼構造物製造工場で普通に行はれてゐる治具工作法に依つて全熔接で建造されてゐる。船尾部の構造や外觀は寫眞に示す通りである。

本船は長さ80呎、巾20呎7吋、吃水4呎3吋である。英本國で建造する

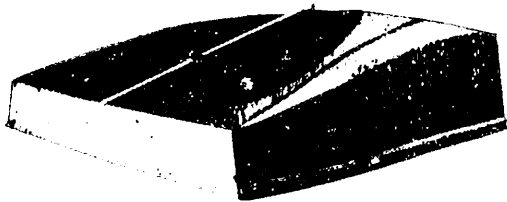
現大戰下に於ては、船體の各部がその進水場所から何哩も、或ひは何百哩も離れて建造されてゐる場合が少くないが、さうした場合この所謂遠隔建造と云ふ點に就ては現在行はれつつある曳船建造のこの小計畫に及ぶものがない。この曳船は海外の河川用の長さ80呎の淺吃水船で、大部分の船體工事は工具の大部分が未熟練の土人である現地造船所で行ふことが出来るが、本船は吃水の制限からトンネル型船尾の双螺旋船とされてゐるのであつて、この船尾部の工事だけは現地造船所の能力では困難であると認められた。従つて双舵、軸肘材、軸系及び船尾管を含む船尾部を英本國で建造し、之を他の船體部分を建造する地方の造船所に運んで完全な船に組立ることにした。而して他の計畫造船に於て精一杯の英本國造船所の活動を阻害せぬため、本船の船尾部は輕金屬工場で建造することにした。これらの工場は

船尾部は長さ約2呎、重さ約10噸、全トンネル部がこの部分に含まれてゐる。最初はこの船尾部を2部分に分けて建造する計畫であつたが、一體にしても充分満身に建造されることが判つた。船尾部は前述の通り全熔接構造であるが、その他の船體部は本工所を行ふ地方造船の普通の方法に應じて鉸締構造としてゐる。船尾部と前方船體とは目板を當てて鉸締して結合する。本船尾部の建造速度は10日に1隻分の割合である。

(菅四郎譯)

▶ 寫眞説明 ◀

(上圖) 工事中の船尾部。これで見ると隔壁は出来上つてゐるが、甲板が未だ取附けられてゐない。
(下圖) 二つの寫眞共に、完成せる船尾部を示す。



工業工業誌(ホ)七〇號
定價一圓四〇錢
一年分 十二圓
一月分 一圓

編輯發行 東京印刷株式會社
印刷所 東京印刷株式會社

發行所 東京印刷株式會社
東京印刷株式會社
東京印刷株式會社

配給元 東京印刷株式會社
廣告 東京印刷株式會社
業 東京印刷株式會社
通 東京印刷株式會社
信 東京印刷株式會社